

Faculdade Eniac  
TÉCNOLOGIA EM MECATRÔNICA INDUSTRIAL  
LINCOLN ANTONIO DE ARAUJO

A Mecatrônica na Indústria de Entretenimento

Guarulhos

2011

## A Mecatrônica na Indústria de Entretenimento

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade Eniac, como requisito parcial para a obtenção do título de graduação tecnológica em Mecatrônica Industrial.

Orientador: Prof. Esp. Jacques Miranda.

Guarulhos

2011

Agradeço a minha mãe, esposa, meus filhos aos meus poucos amigos que encontrei na minha profissão que entre eles são, Carlos Bandarra, Randolfo Neto, pois sempre me incentivaram nos meus trabalhos acadêmicos.

Agradeço a Deus, por ter me feito acreditar que posso ainda construir um final da minha vida melhor:

“Embora ninguém possa voltar a trás e fazer um novo começo, qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim”.

Chico Xavier

## Sumário

Introdução

1. O que é a Mecatrônica.....	9
2. Principais componentes utilizados na Mecatrônica de Entretenimento.....	10
2.1. Motores de Passo.....	10
2.2. Sensores.....	13
2.3. Controle do motor de passo.....	18
2.4. Microcontroladores.....	20
2.5. Linguagem de Programação.....	22
3. Primeiro Robô Industrial.....	24
3.1 Tipos de Robôs Industriais.....	25
4. Primeiro Robô para Entretenimento.....	28
4.1. Tipos de Robôs para Entretenimento.....	30
5. Controle dos Robôs Industriais.....	34
5.1 Softwares de Programação de Robôs Industriais.....	39
6. Sistema de comunicação e controle dos Robôs de Entretenimento.....	42
7. As vantagens e Desvantagens dos Robôs de Entretenimento.....	47
8. Indústria Nacional de Equipamentos de Entretenimento.....	49
9. O Futuro dos Equipamentos de Entretenimento.....	51
10. Conclusão.....	56
11.Referências Bibliográficas.....	57

## Introdução

Trata-se de um trabalho de conclusão de curso sob a forma de monografia como requisito parcial para obtenção de titulação em tecnólogo do curso de Mecatrônica Industrial.

O tema desta monografia foi escolhido em função de mostrar o que esta por trás dos grandes eventos de entretenimento, cada vez mais tem aumentado esse seguimento fazendo surgir novos equipamentos, novos projetos.

Sempre se utilizando das tecnologias que já existe e de outras que são criadas especialmente para esse tipo de seguimento, tendo sempre em vista a melhoria do produto final e também do espectador.

A Mecatrônica por ser multidisciplinar esta diretamente ligada a esse tipo de produto é sobre isso que irei escrever nessa monografia. Quais são os equipamentos que foram criados utilizando a Ciência da Mecatrônica para o uso na área de Entretenimento, quais foram as melhorias para os operadores que trabalham nessa área.

Podemos ver também as semelhanças entre os robôs industriais com os robôs de entretenimento nos seus principais componentes eletrônicos e na sua forma de programá-lo. Além de termos uma historia dos primeiros robôs de entretenimento seus tipos, também uma apresentação sobre a indústria nacional de entretenimento e o futuro desses equipamentos.

Temos uma profissão que mesmo antiga agora se depara com a tecnologia, o que quero mostrar com esse trabalho é que existe a possibilidade de se trabalhar com a mecânica fora da indústria, pois cada vez cresce a indústria do entretenimento, grandes shows, eventos e muitas outras coisas que necessitam de equipamentos mecânicos. Abaixo vemos um gráfico que mostra o crescimento dessa indústria bem promissora.

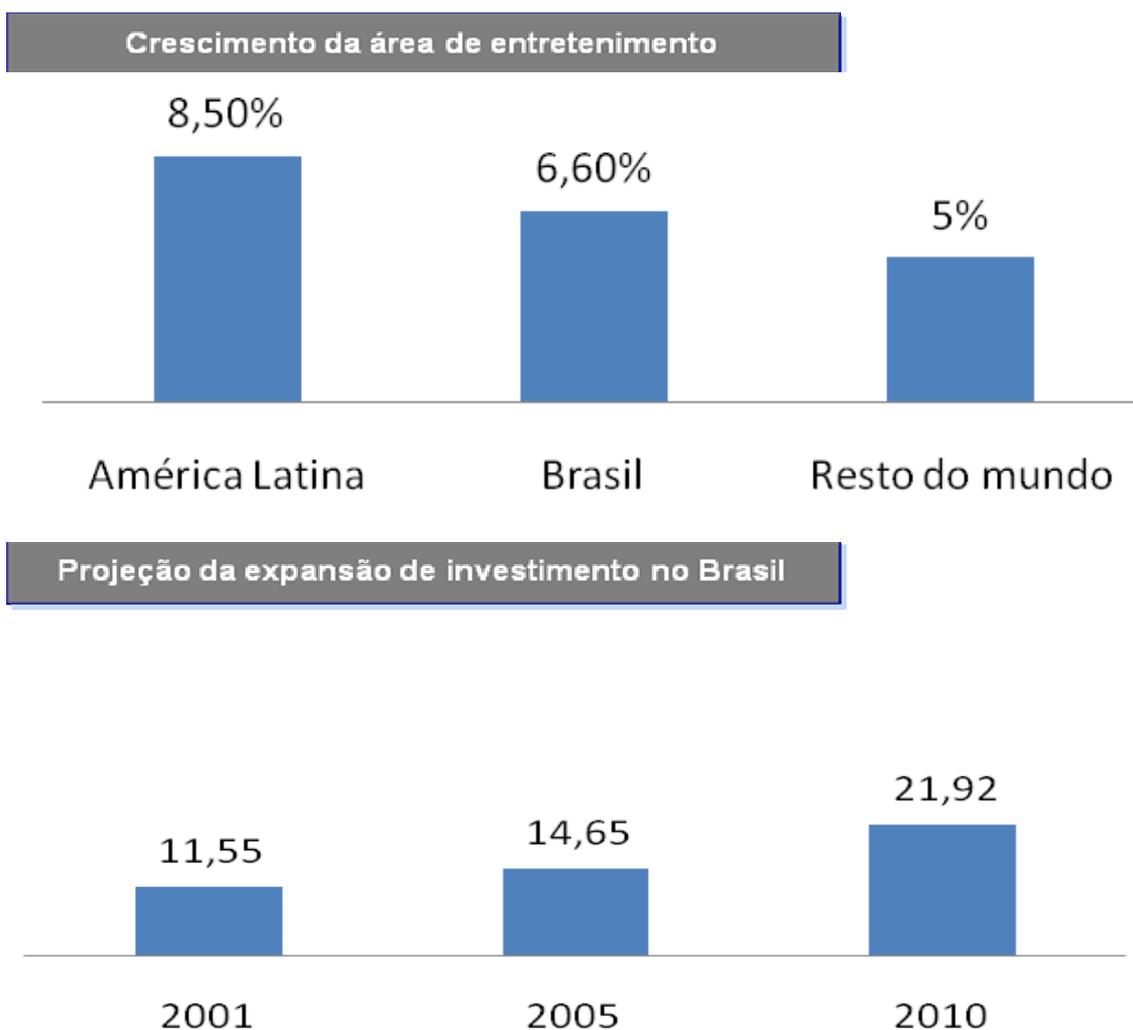


Fig.1.Fonte. Price Waterhouse Coopers

## 1 – O que é a Mecatrônica

Segundo ROSARIO (2005) a mecatrônica enfatiza o gerenciamento e o controle da complexidade dos processos de indústrias modernas que exigem ferramentas sofisticadas para gerar em tempo real seus diversos processos integrados.

A mecatrônica tem uma integração bem explícita da engenharia mecânica com a eletrônica e com a informática usando todas para um uso de processos inteligente de manufatura de produtos.

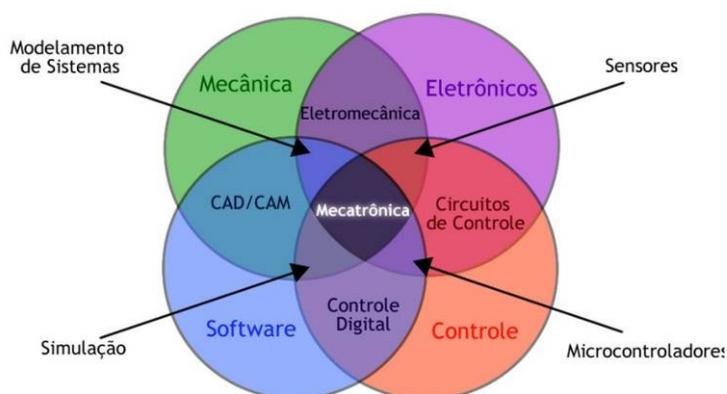


Fig.1 Fonte: ROSARIO, João M. Princípios de Mecatrônica, 1ª Ed. São Paulo: Pearson, 2005.

Seria impossível hoje ter uma máquina ou um produto de uso doméstico na qual não exista a interferência direta da mecatrônica. Basta olhar para os eletrodomésticos mais simples que temos em casa.

Após a evolução das máquinas com a entrada dessa ciência tal conhecimento foi dirigido para outras áreas na qual uma delas estou escrevendo sobre o assunto.

Percebe-se também que muitos dos componentes utilizados pela Mecatrônica na Indústria entra em outras áreas só depois que surgem novos componentes para a indústria, quero dizer que quase sempre a tecnologia que chega em nossas casas ou em produtos domésticos já são ultrapassada dentro da indústria.

## 2 – Principais componentes utilizados na Mecatrônica de Entretenimento

### 2.1. Motores de Passo

Foi inventado pelo Engenheiro Francês Marius Lavet em 1936. Os motores de passo são dispositivos mecânicos eletro-magnéticos que podem ser controlados digitalmente através de um hardware específico ou através de softwares.

Motores de passo são encontrados em aparelhos onde a precisão é um fator muito importante. São usados em larga escala em impressoras, plotters, drivers de disquete, e muitos outros aparelhos. Existem vários modelos de motores de passo disponíveis no mercado que são utilizados para diversos propósitos.

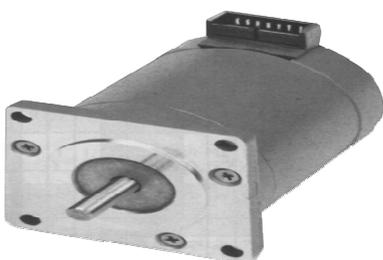


Fig.02 Motor de passo, Fonte: Apostila Escola Politécnica de Pernambuco

#### Tipos Básicos

Relutância Variável: Tem um rotor com várias polaridades feito com ferro doce e um estator laminado. Eles geralmente operam com ângulos de passo de 5 a 15° graus, por não possuir ímã quando energizado apresenta torque estático nulo.

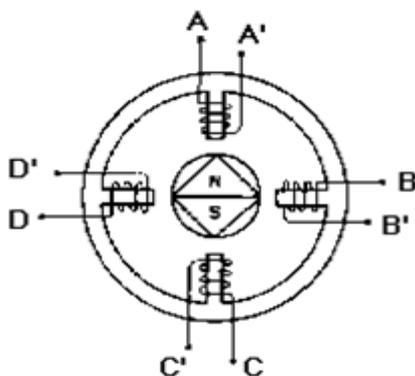


Fig.03 Motor de passo, Fonte: Escola Politécnica de Pernambuco

Imã Permanente: Motores de imã permanente diferem dos de relutância variável, pois tem rotores de material alnico ou ferrite, sem dentes e magnetizado perpendicularmente ao eixo, devido a isto, o torque estático não é nulo. Energizando as quatro fases em seqüência, o rotor gira, pois é atraído aos pólos magnéticos.

O motor mostrado na figura dará um passo de 90° graus quando os enrolamentos ABCD forem energizados em seqüência. Geralmente tem ângulos de passo de 45° ou 90° graus de taxas de passo relativamente baixas, mas exibem um torque alto.

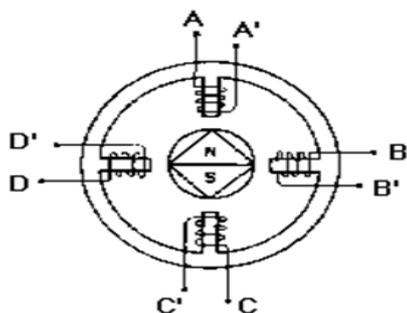


Fig.04 Motor de passo, Fonte: Escola Politécnica de Pernambuco

Híbrido: Combinando as características dos de relutância variável e dos de imã permanente, o motor híbrido tem algumas das características desejáveis de cada um. Tem alto torque, não apresenta torque estático nulo e podem operar em velocidades de passo altas. Normalmente, eles têm ângulos de passo de 0,9° a 5° graus. São providos de pólos que são formados por dois enrolamentos (figura) de forma uma fonte única pode ser usada. Se as fases são energizadas uma de cada vez, na ordem indicada, o rotor giraria em incrementos de 1,8° graus. Esse motor também pode ser controlado de forma a usar duas fases de cada vez para obter maior torque, ou alternadamente, ora uma ora duas fases de cada vez, a fim de produzir meio-passo ou incrementos de 0,9° graus

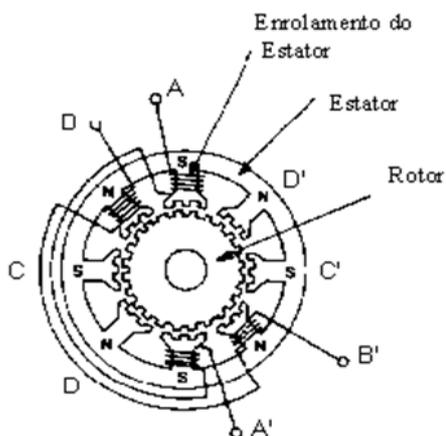


Fig.05 Motor de passo, Fonte: Escola Politécnica de Pernambuco

Características importantes:

Os motores de passo são construídos com 12, 24, 74, 144 e 200 passos por revolução isso resulta em incrementos de 30, 15, 5,2, 5,2, e 1.8° graus.

Desligado: Não há alimentação suprindo o motor, nesse caso não existe consumo de energia, e todas as bobinas estão desligadas. Na maioria dos circuitos este estão ocorre quando a fonte de alimentação é desligada.

Parado: Pelo menos uma das bobinas fica energizada e o motor permanece estático num determinado sentido, nesse caso há consumo de energia, mas em compensação o motor mantém alinhado numa posição fixa.

Rodando: As bobinas são energizadas em intervalos de tempos determinados, impulsionando o motor a girar numa direção

Passo completo1 (full-step): Somente uma bobina é energizada a cada passo; menor torque; pouco consumo de energia; maior velocidade

Passo completo 2 (full-step): Duas bobinas são energizadas a cada passo; maior torque; consomem mais energia que o passo completo 1; maior velocidade.

Meio passo (Half-step): A combinação do passo completo 1 e do passo completo 2 gera um efeito de meio passo; consome mais energia que os passos anteriores; é muito mais preciso que os passos anteriores; o torque é próximo ao do passo completo 2; a velocidade é menor que as dos passos anteriores.

A característica maior que distingue de uma iluminação automatizada de uma convencional é a capacidade de receber pulsos digitais e traduzir em movimento mecânico através do motor de passo.

## 2.2. Sensores

Os sensores de um robô industrial têm a mesma importância para um robô de entretenimento, pois são eles que rapidamente tem o contato com o meio ou com alguma mensagem enviada pelo seu controlador para transformá-la em movimento ou algum outro acionamento.

Existe uma gama enorme de sensores, porem nesse caso iremos apenas destacar os que são comuns a esses dois tipos de robôs. Os sensores dos robôs têm uma semelhança enorme aos nossos sensores que temos em nosso corpo humano, eles trabalham de forma idêntica fazendo a leitura do que esta acontecendo enviando uma informação para o cérebro e daí por diante o cérebro ira mandar executar uma tarefa relacionada a essa mensagem que o sensor enviou.

Tipos de Sensores comuns aos robôs industriais e nos de entretenimento:

- Encoders Regular: Para cada interrupção do feixe de luz devido a rotação do disco, um pulso é enviado ao controle. A frequência dos pulsos determina a velocidade do eixo do motor de passo e também a posição a partir de um referencial

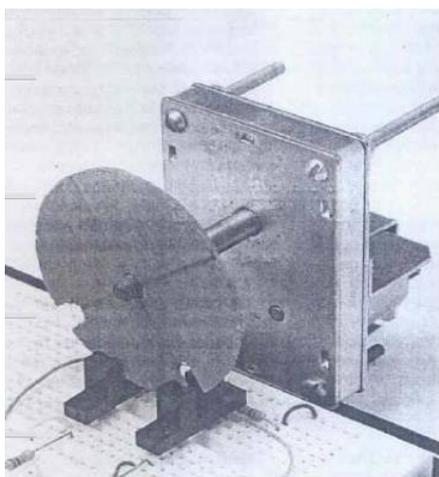


Fig.6 Encoder Regular, Fonte Universidade Caxias do Sul

- Encoder Regular Defasado (Incremental): Tem um disco especial, caracterizado pelos furos em duas linhas, fazendo uma defasagem nos sinais gerados pelos componentes ópticos permitindo ao controlador determinar além da velocidade o sentido de rotação do eixo do motor.

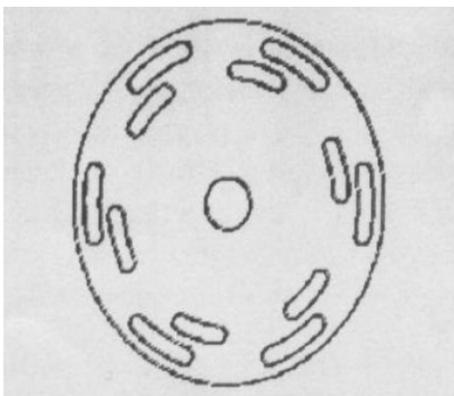


Fig.7 Encoder Regular Defasado (incremental), Fonte Universidade Caxias do Sul

- Encoder Absoluto: Esse tipo de encoder tem como diferente os outros dois citados acima quanto a sua quantidade de furos (anéis), que possibilita um maior numero de combinações de sinais, que geram um código binário para cada posição do disco, aumentando a resolução do dispositivo. A precisão é determinada por uma formula:

$$\frac{360}{2^N}$$

Onde: N é a quantidade de sensores ópticos

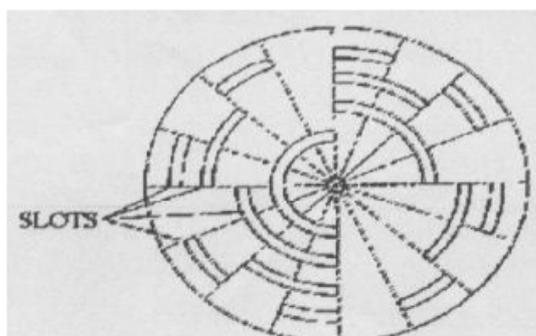


Fig.8 Encoder Absoluto. Fonte Universidade Caxias do Sul

- Princípio de Funcionamento:

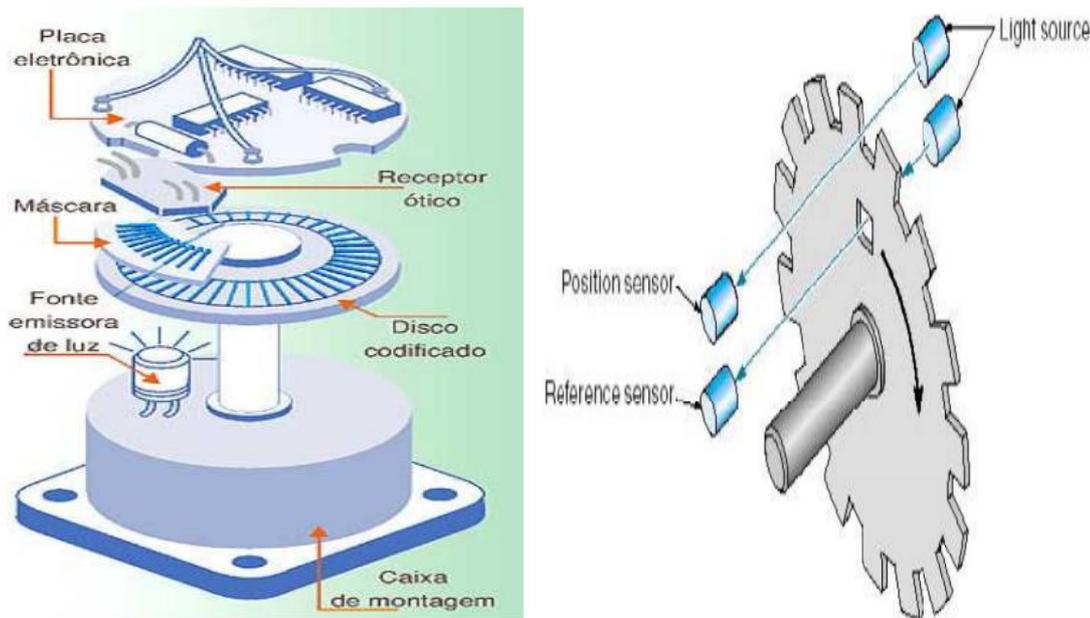


Fig9. Estrutura do Encoder. Fonte :<http://www.dee.ufrn.br>

- Sensor Óptico: Os sensores ópticos sempre são compostos por duas partes: o emissor de luz, que pode ser a luz solar ou componentes eletro-eletrônicos, e o receptor de luz é um componente eletrônico que em conjunto à um circuito detecta a variação de luz.  
O emissor de luz, quando um componente eletrônico, trata-se de um LED (diodo emissor de luz) que emite uma luz, essa luz pode ser visível ou infravermelha. Os sensores sensíveis a luz são componentes cuja característica elétrica varia em função da quantidade de luz incidente.  
Os principais sensores ópticos conhecidos são os LDR's, os fotodiodos e fototransistores.

- Fotodiodo: É um diodo com encapsulamento que permite a incidência de luz sobre a junção PN, estrutura química com que é fabricado. Essa incidência dá origem a uma corrente reversa proporcional a luz incidente. As correntes reversas são geralmente de ordem de microampéres, a grande vantagem do fotodiodo é o tempo de resposta curto, o que permite a sua utilização com a variação de intensidade luminosa da ordem de 50KiloHertz; já a desvantagem é a pequena corrente de saída.

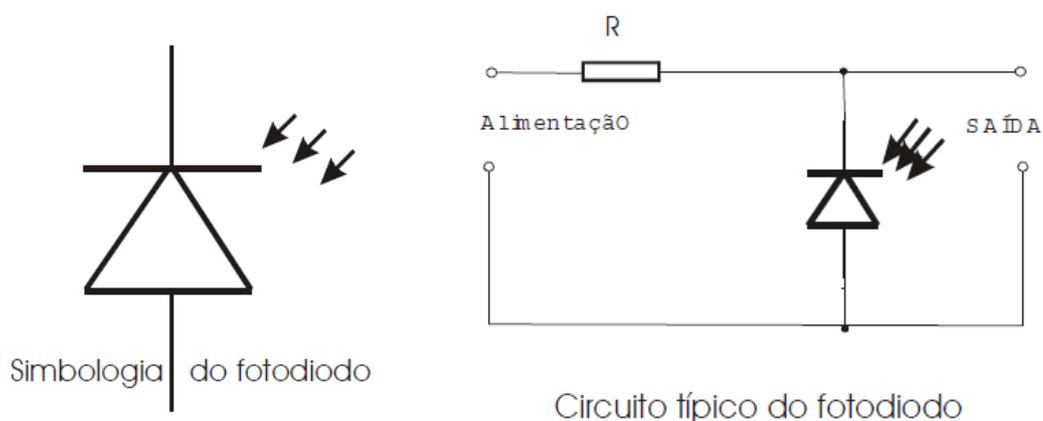


Fig10. Fonte : [www.ucs.br/ccet/demc/vjbrusam](http://www.ucs.br/ccet/demc/vjbrusam)

- Fototransistor: É um transistor cujo encapsulamento permite a incidência de luz sobre a junção base-coletor. A corrente gerada pela luz na junção é amplificada pelo transistor, como se fosse uma corrente de base convencional. A corrente de coletor do fototransistor é, portanto, proporcional a intensidade luminosa incidente sobre o componente. A grande vantagem do fototransistor em relação ao fotodiodo é a intensidade de corrente maior, a existência da base-coletora que permite escolher o ponto de operação desejado. Porém a desvantagem é que o tempo de resposta do fototransistor é bem maior que a do fotodiodo.

Atualmente os fototransistores estão sendo utilizados em conjunto com diodos emissores de luz em um único encapsulamento que são chamados de acopladores ópticos.

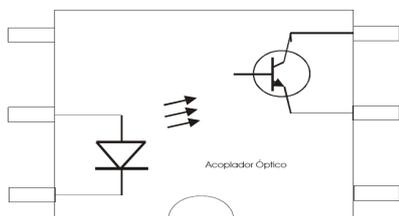


Fig11. Fonte : [www.ucs.br/ccet/demc/vjbrusam](http://www.ucs.br/ccet/demc/vjbrusam)

Sistema de Barreira com sensores ópticos: O transmissor e o receptor estão em unidades distintas e devem ser dispostos em frente ao outro, de modo que o receptor possa constantemente receber a luz do transmissor. O acionamento da saída ocorrerá quando o objeto a ser detectado, interromper o feixe de luz

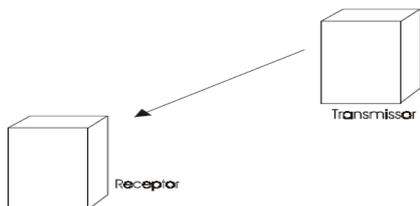


Fig11. Fonte : [www.ucs.br/ccet/demc/vjbrusam](http://www.ucs.br/ccet/demc/vjbrusam)

Sistema por Difusão: Nesse sistema o transmissor e o receptor são montados na mesma unidade, sendo que o acionamento da saída ocorre quando o objeto a ser detectado entra na região de sensibilidade e reflete para o receptor o feixe de luz emitido pelo transmissor

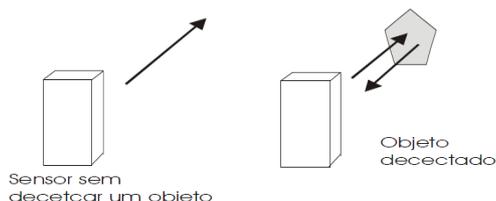


Fig11. Fonte : [www.ucs.br/ccet/demc/vjbrusam](http://www.ucs.br/ccet/demc/vjbrusam)

- **Sensor Magnético:** Os sensores Magnéticos são compostos por um contato feito de material ferro-magnético que é acionado na presença de um campo magnético. Quando um imã se aproxima do sensor o campo magnético atrai as chapas de metal, fazendo com que o contato elétrico se feche.

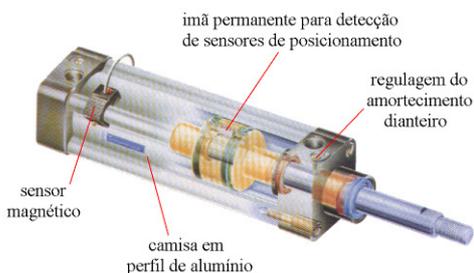


Fig.12 Sensor Magnético: Fonte, [www.ucs.br/ccet/demc/vjbrusam](http://www.ucs.br/ccet/demc/vjbrusam)

2.3. Controle do motor de passo: Como sabemos os motores de passo gira através de pulsos digitais, porem precisamos de um hardware para podermos conectar o motor de passo a porta paralela do computador, assim sendo podemos usar um software de controle dos motores de passo fazendo girar em sentido horário, anti-horário, velocidade entre outras funções. Precisamos de um hardware específico, chamado driver. Podemos fazer um driver usando transistores de potência como os BD135, DB241 etc., A maneira mais fácil é adquirir drivers prontos, como o ULN 2003 ou ULN2803, que nada mais são que arrays de transistores Darlington que podem controlar correntes de até 500mA, estão em forma de circuitos integrados prontos para serem usados em interfaces que necessitem controlar motores de passos, solenóides, relês, motores DC e muitos outros dispositivos.

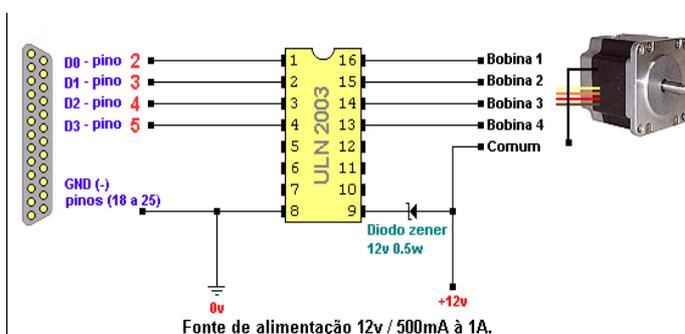


Fig.13 Driver para conectar motor de passo a porta paralela  
Fonte, [www.Rogercom.com](http://www.Rogercom.com)

Sendo assim podemos controlar o motor de passo através da porta paralela, utilizando software específico, ou ainda fazendo uma programação em C para enviar pulsos digitais para a saída da porta paralela portanto isso é um assunto para outro capítulo, o que irei mostrar abaixo é um software específico para controle de motor de passo; o LPTmotor que esta disponível na pagina [www.rogercom.com](http://www.rogercom.com).

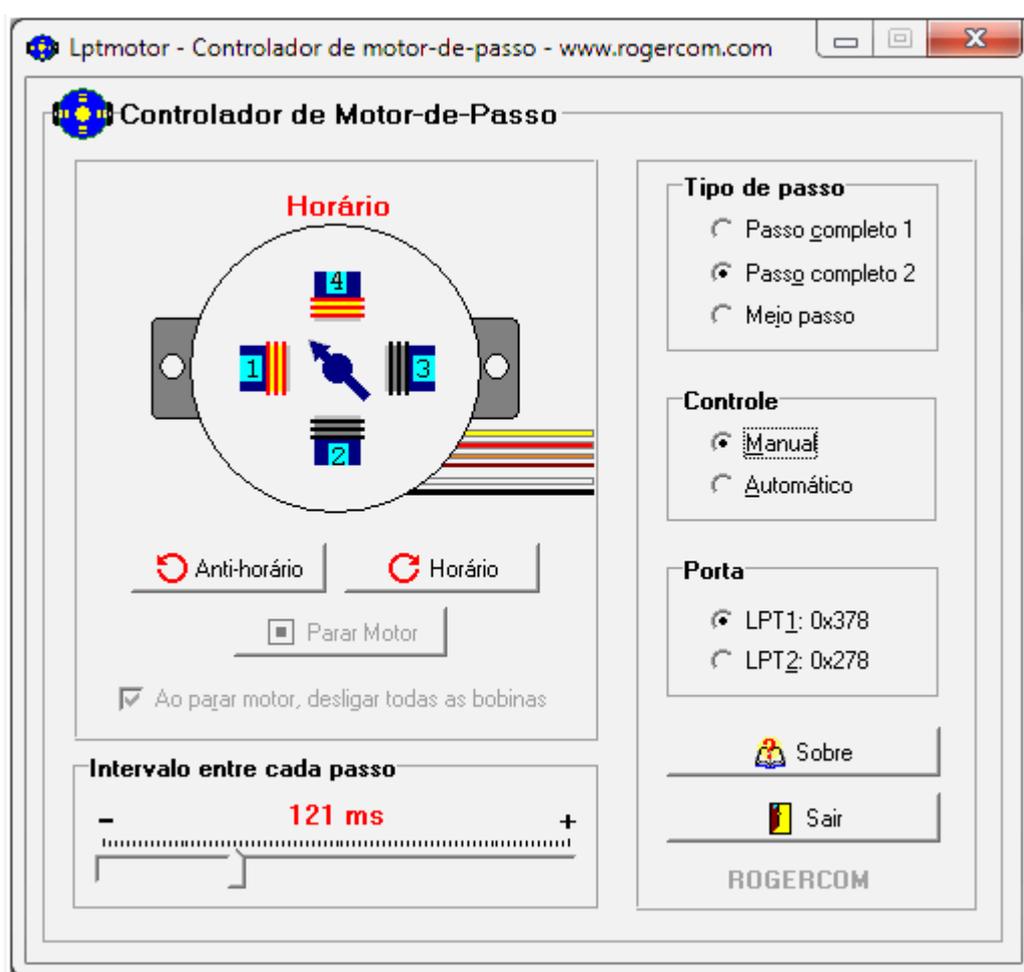


Fig.14. Software Lptmotor; Fonte: www.rogercom.com

2.4. Microcontroladores: Irei mostrar alguns conceitos básicos sobre microcontroladores, pois o assunto é muito vasto e esta sempre surgindo novos microprocessadores no mercado comercial com varias funções internas ficando uma motivação de pesquisar mais pois quem ira programar esse componente não deve ter apenas esses dados como a única fonte de pesquisa.

Antes disso um pouco de historia: Em 1976 a Intel lança o primeiro microcontrolador o 8048 depois de quatro anos lança o que 8051 o que ficou mais famoso na historia dos microcontroladores. O microcontrolador é um “Microcomputador de um só chip”. Tudo surgiu da necessidade de ter um componente mais simples para a execução de tarefas dedicadas, sendo mais simples e compacto, o componente é mais lento, e realiza instruções menos complexas é mais simples, portanto mais barato e mais eficiente. (AUGUSTO, 2011)

Os microcontroladores podem ser caracterizados por sua aplicação em: genérico ou específico. Os utilizados para funções específicas temos como exemplo os: controlador de teclado (80C51SL-BG), o controlador de comunicação universal (82C152), o controlador de um display de cristal liquido, controladores para vídeo, etc.

Resumidamente, um controlador é utilizado para controlar processos e ambientes. Suas principais aplicações são: equipamentos eletrônicos, automóveis e controle, instrumentação, robótica, aeroespacial, dentre outras.

Atualmente os principais fabricantes são a Intel, com seus processadores da família 80XX, (8048, 8049, 8051, 8052 ou superior), a Motorola com seus microprocessadores (6801, 6804, 68HC11), a Zilog com o (Z8). National com o COP8, a Motorola com o 6811 e a Microchip com seus PICs.

Os microcontroladores típicos apresentam recursos integrados dentro de um único chip.

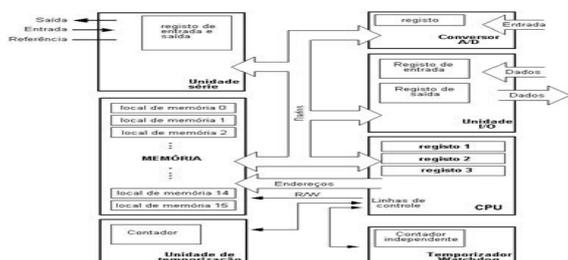


Fig.15 Elementos de um microcontrolador,

Fonte: <http://engmecatonico.blogspot.com/2010/10/introducao-ao-microcontroladores.html>

Vários elementos periféricos são comumente utilizados, dentre os principais podemos citar:

- portas de entrada/saída – bits, vetores de bits
- contadores/temporizadores
- interfaces seriais
- unidades PWM
- temporizadores do tipo watchdog
- conversores A/D
- unidades detectoras e geradoras de eventos.

Esses elementos formam o sistema básico de um microprocessador.

Até aqui vimos um breve histórico de como surgiu o microprocessador, os seus principais fabricantes, alguns conceitos relacionados, suas principais aplicações e a arquitetura básica que formam o elemento, no próximo trabalho estaremos descrever em maiores detalhes a sua arquitetura

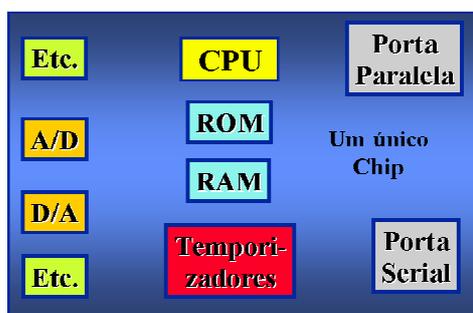


Fig16. Típica arquitetura de um microcontrolador integrada em um único chip

## 2.5. Linguagem de Programação

É um método padronizado para expressar instruções para um computador. É um conjunto de regras sintáticas e semânticas usadas para definir um programa de computador, essa linguagem permite ao programador que especifique precisamente sobre quais dados um computador vai atuar, como estes dados serão armazenados ou transmitidos e quais as ações devem ser tomadas sob várias circunstâncias. O conjunto de palavras, composto de acordo com essas regras, constitui o código fonte de um software. Esse código fonte é depois traduzido para código de máquina, que é executado pelo processador.

Para conseguir que nossas máquinas burras possam fazer todas as coisas produtivas que vemos, é preciso orientá-las através de softwares, que por sua vez são construídos usando alguma linguagem de programação. (MORIMOTO, 2011)

Uma das primeiras linguagens de programação para computadores foi provavelmente Plankalkül, criada por Konrad Zuse na Alemanha Nazista, mas que teve pouco ou nenhum impacto no futuro das linguagens de programação.

O Assembly foi provavelmente a primeira linguagem de programação da história, surgida na década de 50, época em que os computadores ainda usavam válvulas. A ideia do assembly é usar um comando em substituição a cada instrução de máquina. A lógica continua sendo basicamente a mesma vantagem, é usar comandos amigáveis ao invés de endereços binários.

A linguagem Cobol surgiu em maio de 1959 pelo Departamento de Defesa dos EUA onde se reuniram representantes de vários fabricantes de computadores e usuários em geral. Surgiu com o objetivo de ser uma linguagem comum de programação para computadores digitais tendo em vista aplicações comerciais, ou seja, Cobol é uma linguagem de programação de alto nível projetada para aplicações comerciais.

A linguagem Cobol significa “Common Business Oriented Language” teve o objetivo de ser uma plataforma de desenvolvimento para aplicações bancárias e financeiras em geral.

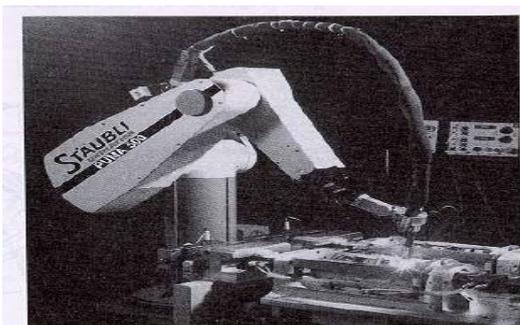
Linguagem Pascal é outra de alto nível, criada durante a década de 60, é uma linguagem bastante estruturada, com regras bastante rígidas, o que a torna difícil de usar, ainda hoje é usada para alguns cursos como ferramenta de aprendizado. A linguagem C foi desenvolvida durante a década de 70, mas ainda é largamente utilizado. A grande vantagem do C é permitir escrever tanto programas extremamente otimizados para a máquina, como seria possível apenas em assembly, e ao mesmo tempo vir com várias funções prontas, como uma linguagem de alto nível, que podem ser utilizadas quando não for necessário gerar um código tão otimizado. Esta flexibilidade permitiu que o C fosse usado para desenvolver a maioria dos sistemas operacionais, como o Unix, Linux e o próprio Windows. Usando o compilador adequado, o C pode ser usado para desenvolver programas para várias plataformas.

O C++ mantém os recursos do C original, mas traz muitos recursos novos, como recursos orientados a objetos, sendo também bem mais fácil de utilizar. O C++ é bastante usado atualmente para desenvolver muitos programas para várias plataformas.

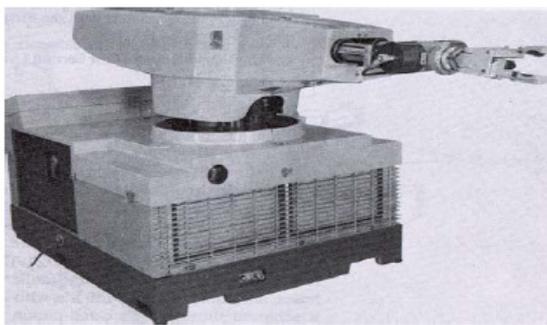
O Visual Basic por ser uma linguagem visual, é extremamente fácil de usar, janelas, botões e muitas funções já vem prontas, bastando ao programador usá-las em seus programas.

### 3. Primeiro Robô Industrial

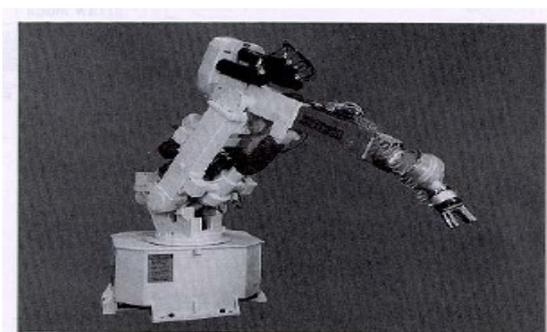
Segundo PIRES, (2011),o primeiro robô industrial moderno foi o “UNIMATE” desenvolvido por George Devol e Joe Engelberger na companhia americana Unimation Inc.(1952-1962). Esse robô era programado através de um computador e podia ser usado em varias aplicações desde que devidamente reprogramado e equipado com as ferramentas próprias. A investigação e desenvolvimento nos anos 50 e 60 conduziu ao desenvolvimento dos primeiros robôs controlados por computadores com realimentação sensorial como o  $T^3$  em 1974, e comercializado em 1978, pela Cincinatti Millacron(hoje ABB), o braço de Stanford,que deu origem ao Puma da Unimation(1978), o manipulador da IBM(1975) e o Scara(1978-1979)



(1)



(2)



(3)

Fig.17-Unimate (1),  $T^3$  (2),Puma (3).Fonte:Pires,Norberto .J;

<http://robotics.dem.uc.pt/norberto/nova/pdfs/gregosxxi.pdf>

### 3.1 Tipos de Robôs Industriais

Robô cartesiano (PPP) tem seu movimento por meio de coordenadas cartesianas, com juntas prismáticas (PPP) Eixo X, Eixo Y, Eixo Z, essa juntas prismáticas estão geralmente em 90°

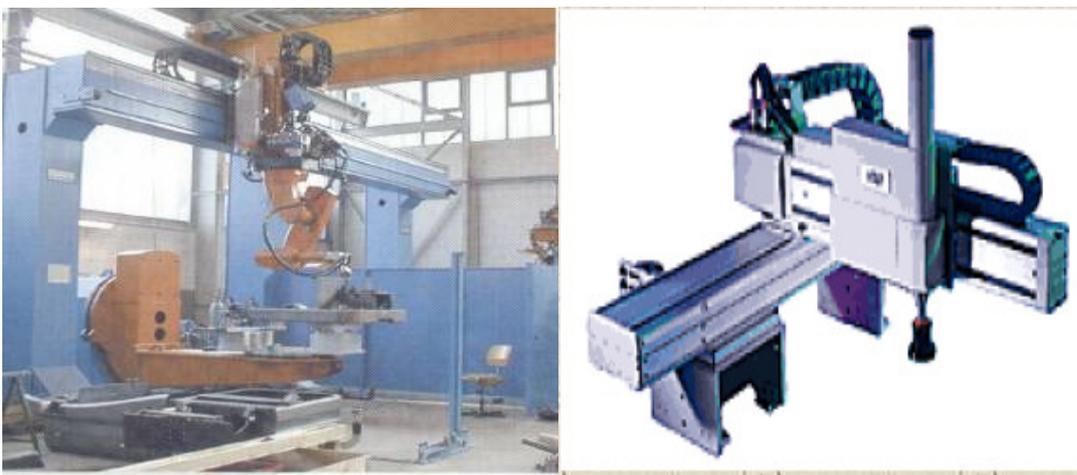


Fig.18. Robôs Cartesianos;

[http://www.ece.ufrgs.br/~rventura/Aula2B\\_tiposderobos.pdf](http://www.ece.ufrgs.br/~rventura/Aula2B_tiposderobos.pdf)

Robô Cilíndrico (RPP) quando temos uma junta de rotação e duas juntas prismáticas. Tem seu movimento por meio de coordenadas cilíndricas: altura, rotação, extensão do braço.

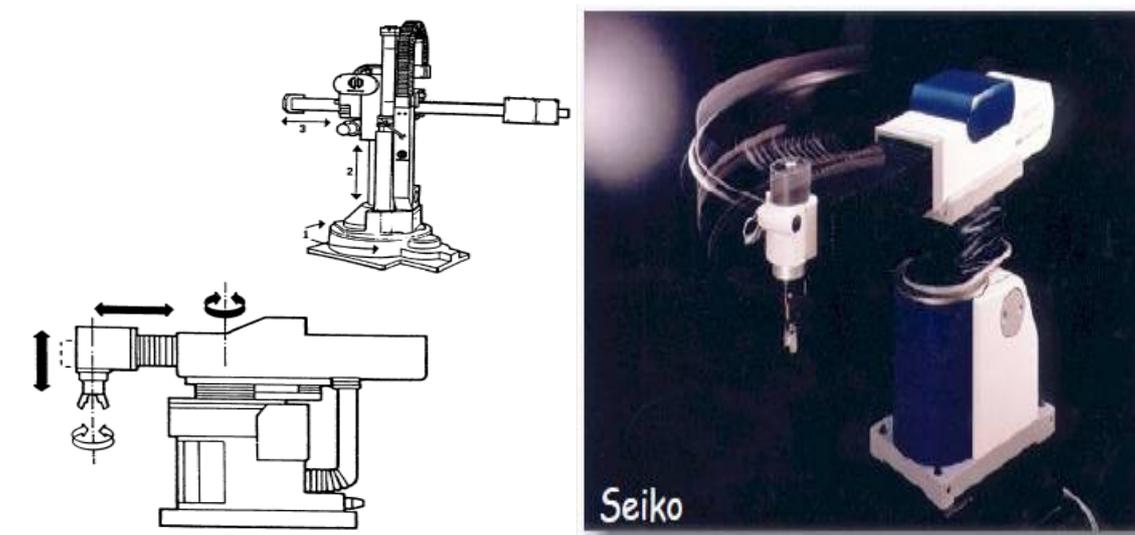


Fig.19. Robôs Cilíndricos;

[http://www.ece.ufrgs.br/~rventura/Aula2B\\_tiposderobos.pdf](http://www.ece.ufrgs.br/~rventura/Aula2B_tiposderobos.pdf)

Robô Esférico ou Polar (RRP) é quando temos o seu movimento por meio de coordenadas polares: rotação, tilt, extensão do braço; o primeiro robô industrial era do tipo polar.

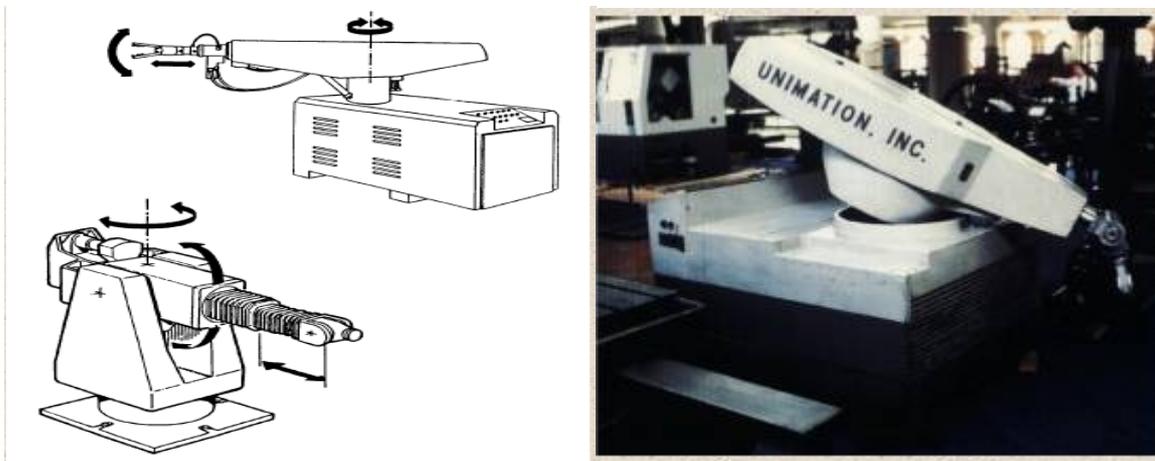


Fig.19.Robôs Esféricos;

[http://www.ece.ufrgs.br/~rventura/Aula2B\\_tiposderobos.pdf](http://www.ece.ufrgs.br/~rventura/Aula2B_tiposderobos.pdf)

Robô Manipulador Articulado Horizontal (SCARA) não possui juntas rotativas com eixos na vertical apenas na horizontal (RRP) foi criado para manipular objetos pequenos com precisão.



Fig.20.Robôs Scara; [http://www.ece.ufrgs.br/~rventura/Aula2B\\_tiposderobos.pdf](http://www.ece.ufrgs.br/~rventura/Aula2B_tiposderobos.pdf)

Robô Manipulador Articulado Vertical (RRR) tem diversas juntas rotativas verticais com eixos na horizontal. Possui geralmente 3 juntas rotatórias que permite atingir qualquer posição, com uma alta velocidade. Tem a semelhança à de um braço humano por isso também recebe o nome de robô antropomórfico.

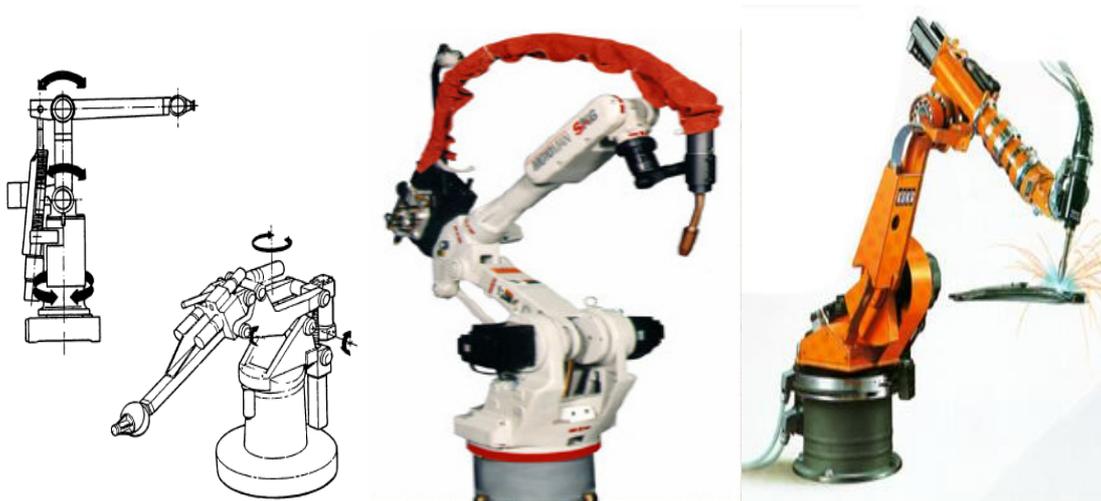


Fig.20. Robôs Antropomórficos;

[http://www.ece.ufrgs.br/~rventura/Aula2B\\_tiposderobos.pdf](http://www.ece.ufrgs.br/~rventura/Aula2B_tiposderobos.pdf)

Robôs Manipuladores Paralelos (RRR) e ou(PPP) tem as três juntas prismáticas e rotacionais



Fig.21. Robôs Manipuladores Paralelos;

[http://www.ece.ufrgs.br/~rventura/Aula2B\\_tiposderobos.pdf](http://www.ece.ufrgs.br/~rventura/Aula2B_tiposderobos.pdf)

#### 4. Primeiro Robô para Entretenimento

Existem muitas invenções que datam de 1906, com Edmund Sohlberg de Kansas City, EUA, sendo uma delas de um projetor de iluminação que utilizava uma lâmpada de arco de carbono e não era operado por motores ou outra forma de eletrônica, mas sim por meio de cordas que faziam seu movimento de pan e tilt manualmente.

Em 1925 foi utilizado o primeiro refletor com uso de motores elétricos para fazer movimentos de pan e tilt, feito por Herbert F. King. Em 1936 foi criado um refletor semelhante porém no qual tanto pan como tilt eram controlados por meio de um joystick, sendo desse ponto até 1969 vários outros inventores fizeram coisas semelhantes sem grande avanço tecnológico. CADENA (2010, pag.35)

Segundo Richard (2011) em 1969, Jules Fisher, inventou para a utilização em um teatro no Texas o uso de um refletor com lâmpada PAR 64 de 120W em 12Volts sendo controlada em 360° de pan e 270° de tilt, esse padrão de movimento durou até a década de 1990, esse equipamento era conhecido como o “Mac-Spot”



(a)

(b)

Fig.22 Mac-Spot(a), equipamentos inventados em 1936 (b)

Fonte: CADENA, RICHARD -Automated Lighting, Second Edition 2ªed; Focall Press 2010

Segundo CADENA (2011) em 1978, em Dallas, uma companhia de som chamada Showco começou a desenvolver um aparelho de iluminação que trocava de cor através da rotação de filtros dicróicos. Durante o seu desenvolvimento, os projetistas decidiram adicionar motores para motorizar pan e tilt, eles fizeram uma demonstração desse equipamento para a banda Genesis em 1980. A banda decidiu apoiar o projeto financeiramente, a empresa Showco se desmembra e vira uma empresa chamada Vari-Lite onde o seu primeiro produto também se chamou Vari-Lite.

A banda Genesis usaria em seus shows 55 Vari-Lites além da sua mesa controladora específica com cinco processadores RCA 1802 tendo uma melhoria enorme nessa mesa controladora em relação a sua primeira mesa controladora.



(a)

(b)



(c)

Fig.23.Primeiro Vari-Lite fabricado(a),Primeira mesa controladora do Vari-Lite(b), Grupo de Engenheiros que desenvolveram o primeiro Vari-Lite e mesa controladora.(c)

Fonte: CADENA,RICHARD -Automated Lighting, Second Edition 2°ed;Focall Press 2010

#### 4.1. Tipos de Robôs para Entretenimento

Temos como robôs de entretenimento dois tipos bem distintos que são o Moving Head, e o Movign Scan. Moving head é um equipamento que gira em torno dos seus dois eixos aproximadamente  $540^\circ$  no eixo horizontal (Pan),  $270^\circ$  no eixo vertical(Tilt). Ainda dentro desse conceito de moving head temos também o modelo spot e o modelo wash.

Modelos Wash:



(a) ProWash 250 LX



(b) MAC 250 Wash



(c) Varilite-vl3500 w



(d) Studio Spot



(e) Alpha Wash 300 Clay pack



(f) DTS Wash XR8

Fig.24. Empresa Coemar (a), Empresa Martin (b), Empresa Varilite (c) Empresa High End (d), Empresa Clay Pack (e), Empresa DTS (f)

Fonte: [www.moving-light.com](http://www.moving-light.com)

Esse tipo de equipamento tem como característica uma óptica mais simples com uma lente Fresnel dando um ângulo de luz bem maior que o modelo Spot podendo ter seu ângulo alterado por lentes internas. São mais utilizados para lavar o ambiente com luz, a maioria tem uma grande quantidade de filtros de cor além do sistema CYM para mistura de cores, tendo assim uma enorme gama de cores projetadas.

#### Standard Colors - Fixed Color Wheel

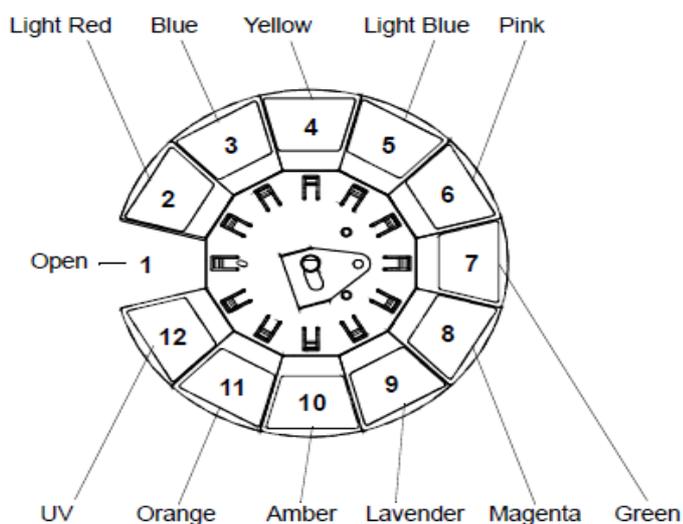


Fig.25.Roda de filtros dicróicos de cor de um moving head wash,

Fonte:www.vari-lite.com

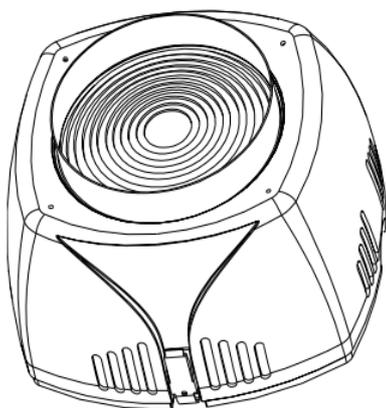


Fig.26.Lente Fresnel do moving head wash,Fonte.:

[http://www.highend.com/pub/products/automated\\_luminaires/StudioColor/manual/S\\_Color.pdf](http://www.highend.com/pub/products/automated_luminaires/StudioColor/manual/S_Color.pdf)

## Modelos Spot:



(a) ProSpot-Coemar



(b) Mac 2000-Martin



(c) Studio Spot High End



(d) VL3000 Spot Luminaire



(e) XR3000 Spot



(f) Alpha Spot HPE 1500

Fig.27.Fonte:www.movin-light.com

O modelo Spot é muito mais versátil como máquina e também mais complexo na sua estrutura, fazendo com que esse robô tenha a capacidade de projetar gobos, além de ter rodas de cores dicróicas, sistema óptico com zoom. Muito utilizado para desenhar a luz em shows.

### Standard Colors - Fixed Color Wheel

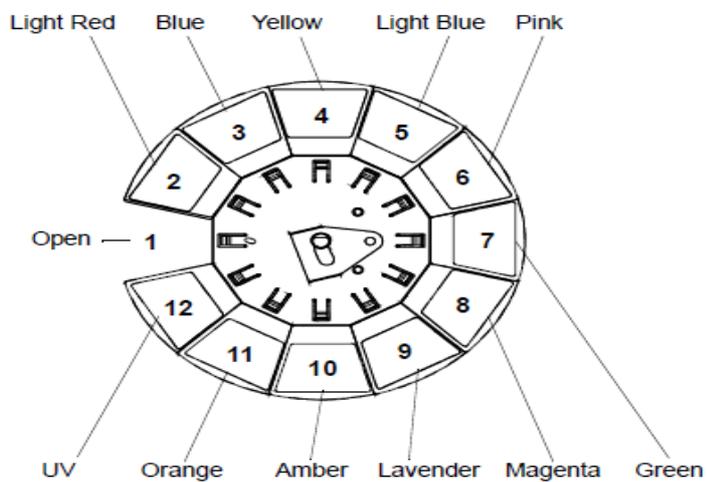


Fig.28. Roda de cor, Fonte: [www.vari-lite.com](http://www.vari-lite.com)

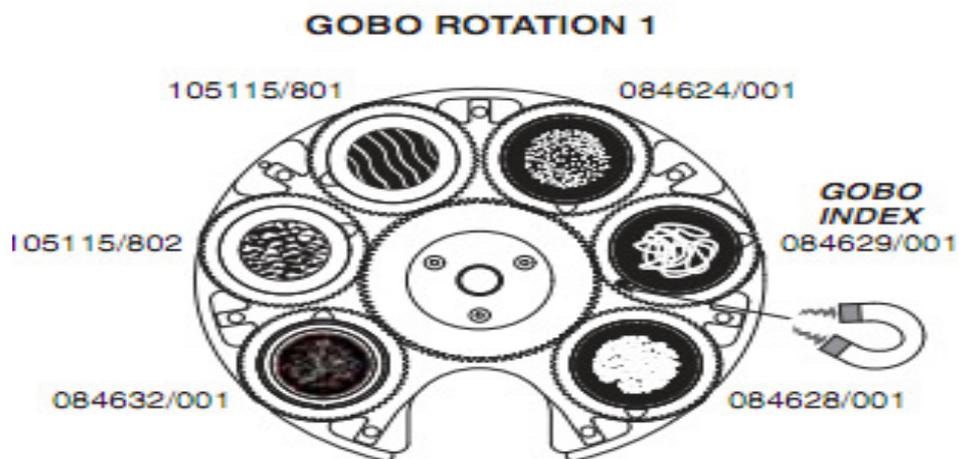


Fig.29. Roda de gobos, Fonte: [www.vari-lite.com](http://www.vari-lite.com)

## 5. Controle dos Robôs Industriais

O Controlador é a parte do robô que opera o braço mecânico e mantém contato com seu ambiente. O dispositivo em si é composto por hardware e software, combinados para possibilitar ao robô executar suas tarefas. Dentro do sistema de controle podemos destacar os níveis de controle do robô, a classificação temporal da programação do controlador e os tipos de softwares para o controlador.

Níveis de controle do robô: O controle pode ser dividido em três níveis que fazem a hierarquia de controle. São eles:

- Controle do acionador: Ou controle de cada eixo do robô separadamente sendo o nível mais baixo.
- Controle de trajetória: Ou controle do braço do robô com coordenação entre os eixos para percorrer a trajetória especificada sendo de nível intermediário .
- Controle de coordenação com o ambiente: É o controle do braço em coordenação com o ambiente sendo o nível mais alto.

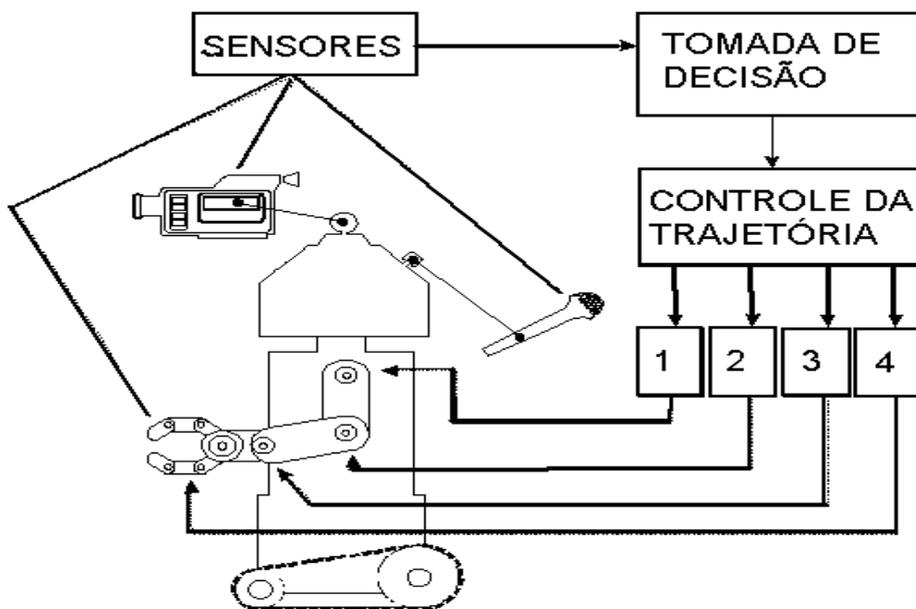


Fig.30. Relação de vários níveis de controle para realizar um tarefa, Fonte: <http://www.dee.feb.unesp.br/~marcelo/robotica/Robot4>.

Controle do acionador: Acionadores são unidades que provocam o movimento dos eixos do robô; cada eixo de movimento inclui pelo menos, uma articulação, um vínculo e um acionador. Em alguns robôs, os eixos incluem dispositivos de transferência de movimento assim como unidades para identificar a posição relativa dos vínculos. Um eixo que contém tais unidades possui controle de malha fechada.

Os sinais de controle provêm de um computador (quando se fala em computador, deve-se ter em mente que pode ser também um micro-controlador, ou um microprocessador) é digital, então deve passar por um conversor digital/análogo (uma vez que os Acionadores de robô geralmente trabalham com sinais analógicos). Mas isso ainda não é suficiente, pois a potência necessária para operar a unidade acionadora é relativamente alta, então se usa um amplificador. (FRANCHIN, 2011)

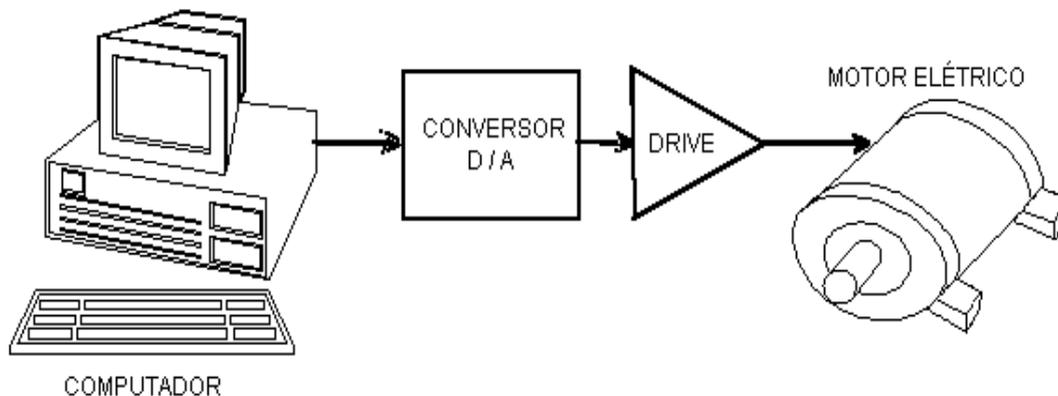


Fig.31. Sequência de acionamento de um motor elétrico com controle de malha fechada, Fonte: <http://www.dee.feb.unesp.br/~marcelo/robotica/Robot4>

Para se entender o conceito de malha fechada é necessário recordar o de realimentação. Realimentação consiste em se tomar uma medida do estado atual do dispositivo a ser controlado e comparar essa medida com um valor pré-definido. Essa comparação vai resultar em um erro. O controlador vai tomar as providências necessárias para que esse erro seja reduzido à zero.

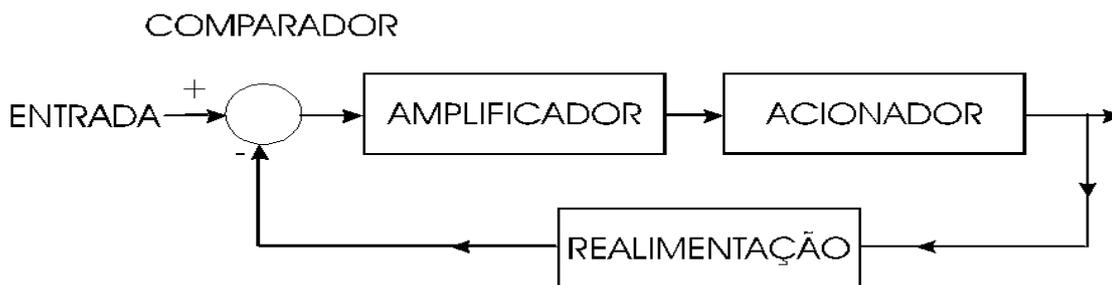


Fig.32.Sistema de Malha fechada,acionamento de um motor elétrico.Fonte:  
[:http://www.dee.feb.unesp.br/~marcelo/robotica/Robot4](http://www.dee.feb.unesp.br/~marcelo/robotica/Robot4)

Em um controle de malha fechada, não se pode medir nem corrigir eventuais erros, então não se tem certeza se o objetivo foi atingido.

Controle em malha fechada é utilizado em praticamente todos os robôs industriais existentes.

Em um controle de malha fechada de um braço de robô, as unidades que informam sobre a posição atual dos vínculos é o encoder. Há um encoder presente em cada eixo a ser controlado. Existe um grande número de encoders, mas o mais comum é o encoder rotacional ótico, que é composto por:

- uma fonte de luz (como um LED).
- um detector de luz.
- um disco perfurado que gira entre a fonte e o detector de luz.

Esse disco é conectado à articulação do robô. Isso faz com que o detector receba pulsos de luz e transforme em pulsos elétricos. O número de pulsos gerados é proporcional à extensão de movimento e/ou ao ângulo de rotação do eixo do robô. A velocidade dos vários eixos do robô também deve ser conhecida, para se prevenir flutuações no movimento do robô. Um componente utilizado para medir a velocidade é o tacômetro.

Controle de trajetória: Uma tarefa executada por um robô pode ser considerada como uma série de operações, através das quais o atuador é movido pelo braço do robô entre certos pontos e operando como foi programado nesses pontos. O controle de trajetória pode ser dividido em dois tipos: Controle ponto a ponto e controle contínuo. Antes de descrever cada tipo, devemos definir alguns termos:

Ponto: localização no espaço em direção ou através do qual o atuador é movido por uma operação do braço do robô. Passo: uma parte do programa operacional do robô. A cada passo, o robô executa uma atividade. Série: uma coleção de passos que combinados formam o programa operacional do robô. (FRANCHIN, 2011)

Controle de trajetória ponto a ponto: Nesse tipo de controle, primeiramente definimos uma coleção de pontos para o robô, então construímos a série e guardamos na memória do controlador. Quando rodamos a série, o braço do robô vai se mover pelos vários pontos, de acordo com a ordem dos passos gravados na série. Em cada passo do robô sabe para onde ir, mas não conhece a trajetória que traçará para chegar a um certo ponto. Robôs com controle ponto a ponto são geralmente usados em séries onde o atuador não precisa realizar alguma função no decorrer do movimento, uma aplicação típica é solda em ponto, a maioria dos robôs opera em controle ponto a ponto. Controle de trajetória contínua: Esse método é o mais complexo e caro do que o ponto a ponto, pois o braço robótico deve se mover por uma trajetória exatamente definida. Os movimentos dos acionadores são coordenados pelo controlador do braço a cada instante, de tal forma que a trajetória irá se assemelhar o máximo possível com a programada. Podemos definir a trajetória do robô por dois métodos:

- Método A: Nesta técnica, o braço do robô é movido manualmente pela trajetória desejada, enquanto o controlador grava em sua memória as posições das articulações a cada instante, através das informações fornecidas pelos encoders. Quando a série é rodada mais tarde, o controlador comanda os acionadores de acordo com a informação em sua memória. O braço então repete a trajetória precisamente.
- Método B: Nesta técnica, a trajetória é definida por um determinado trajeto de movimento, tal como uma linha reta ou um arco passando por dados pontos. O controlador calcula e coordena o movimento a cada instante. O computador controlador deve ser mais rápido e ter mais memória do que o computador de um controle ponto-a-ponto. Robôs com controle de trajetória contínua são usados em séries onde o atuador deve realizar algum trabalho enquanto o braço se move. Uma aplicação típica é pintura com spray.

Lembrando que cada fabricante tem o seu controlador de robô e seu software específico para seu uso, portanto não existe controladores standard, o que difere nos robôs de entretenimento pois temos controladores de empresas diferentes dos robôs assim podendo controlar vários robôs de fabricantes diferentes.



Fig.33 Controlador da ABB modelo S4P,e Teach Pendant

## 5.1 Softwares de Programação de Robôs Industriais

São utilizados softwares para programação dos robôs em tempo real e também em offline, sendo que nesse modo utiliza-se de um ambiente virtual bem próximo do que o robô ira encontrar na fabrica.Existem dois tipos de situação para o controle dos robôs:

- Programação offline: Neste modo, o controlador do robô guarda a trajetória de movimento em sua memória como uma série de pontos e os correspondentes movimentos das várias articulações. Enquanto o programa está sendo executado, o controlador não realiza cálculos de trajetória. Ao invés disso, o controlador simplesmente lê os comandos de movimento da memória que já foram previamente processados. Portanto, neste método não podem ser usadas séries em que ocorrem mudanças durante a execução do programa, tais como as que envolvem o uso de sensores. Programação off-line não necessita de computadores rápidos e complexos, por isso é menos dispendiosa do que controle em tempo real.
- Programação e controle em tempo real: Neste modo, o controlador recebe instruções gerais sobre a trajetória de movimento. Enquanto o braço está se movendo, o controlador deve calcular a extensão do movimento das várias articulações a fim de se mover pela trajetória desejada. As informações recebidas dos sensores sobre mudanças no ambiente do robô enquanto o braço se move são processadas pelo controlador em tempo real.

Controle em tempo real é se apresenta melhor que a programação off-line, por ser mais flexível na sua habilidade de mudar o curso de ação enquanto uma tarefa está sendo executada. Esta flexibilidade exige um controlador mais complexo, incluindo um computador rápido o suficiente para processar a informação sem diminuir a velocidade de operação do robô. Ainda nesse ponto temos o tipo de software para o controlador no qual temos o software de usuário e o software e o software do controlador.

O software do usuário é escrito pelo operador do robô para cada série executada pelo robô, consiste em uma coleção de pontos ao longo da trajetória e das operações executadas nesses pontos pelo atuador, são escritos em linguagens de alto nível; um bom operador pode escrever um programa tranquilamente fazendo alguns treinos com softwares offline.

O software do controlador do robô é escrito pelo fabricante, sendo o responsável pelo processamento dos comandos do programa do usuário e pela sua conversão em comando para o robô. Temos um robô sofisticado quando o software de controle é complexo, nele inclui centenas de cálculos que devem ser realizados rapidamente enquanto o robô está em movimento, tal software se torna mais complexo a medida que os graus de liberdade aumentam.

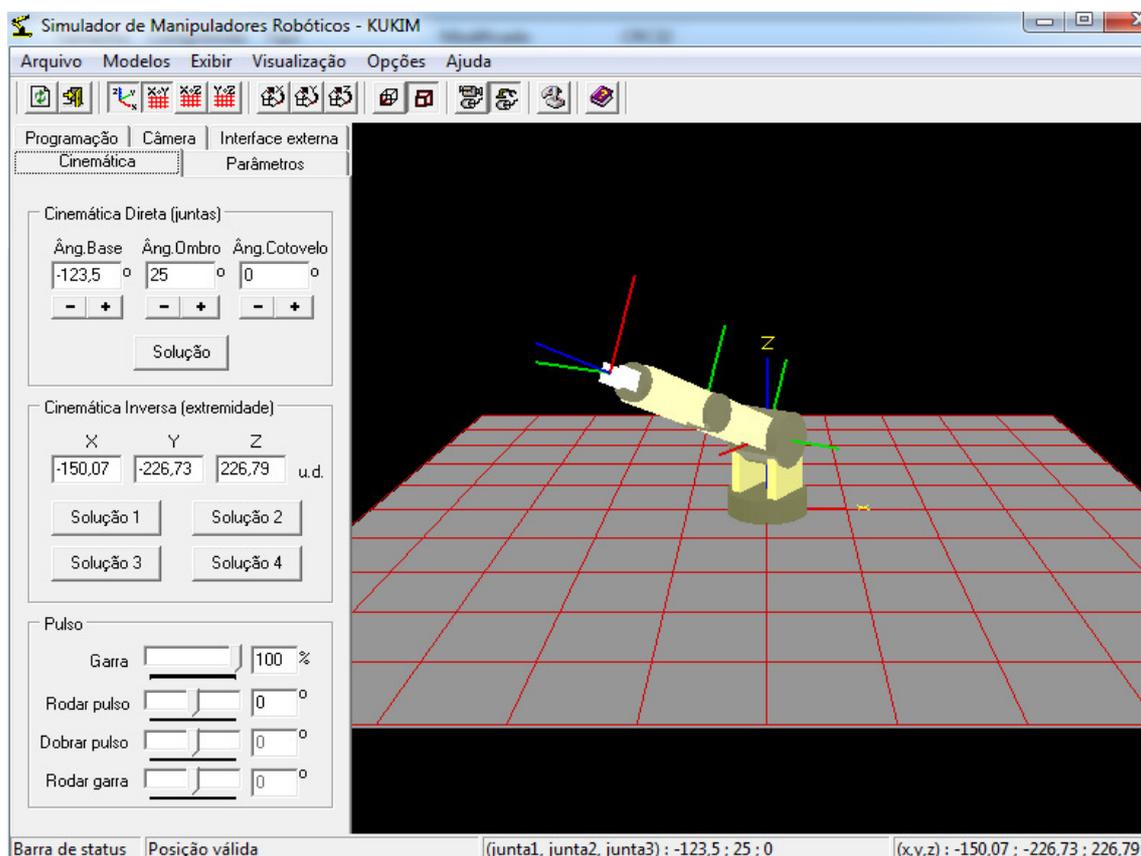


Fig.34.Simulador de manipulador robóticos offline;

Fonte: <http://www.eletrica.info/simulador-de-manipuladores-roboticos-kukim/>

Irei mostrar aqui com figuras alguns softwares de programação offline, eles servem tanto para a parte educacional como também para a parte operacional, pois com essa ferramenta podemos criar um programa novo para o robô sem precisarmos fazê-lo parar sua produção atual em uma célula de produção .

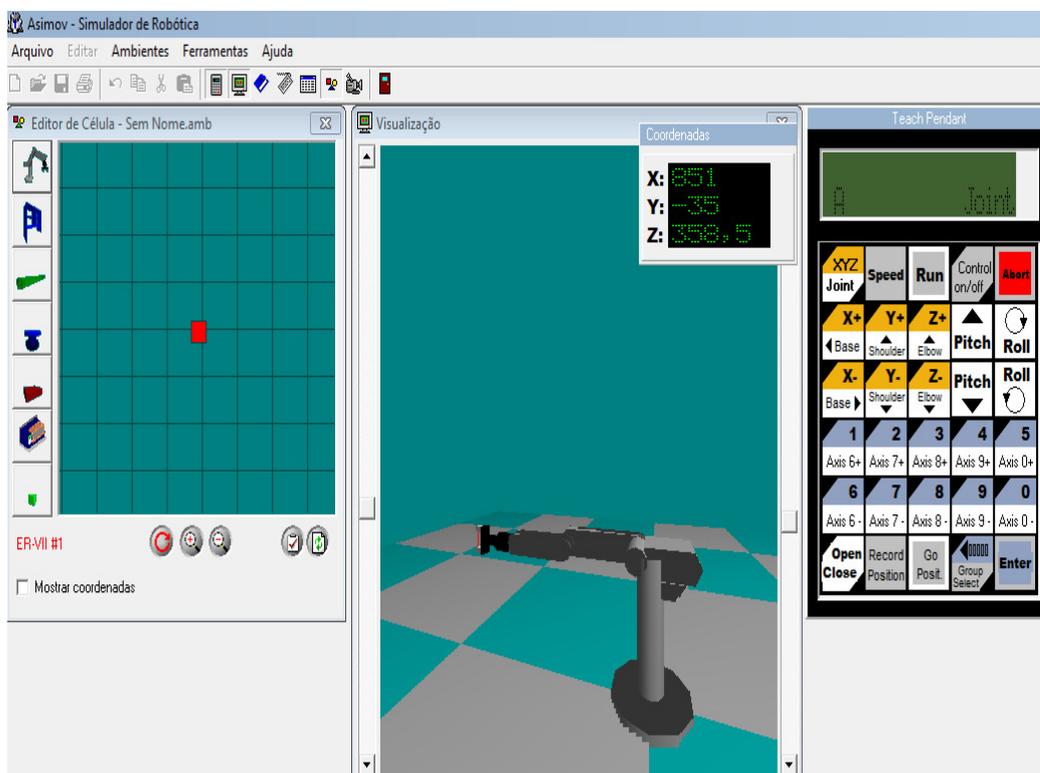


Fig.35. .Simulador de manipulador robóticos offline para ensino

Fonte: <http://www.neadrs.com.br/>



Fig.36.Simulador e robô Pegasus

Fonte: <http://aliatron.com/amatrol/index.html#Products>

## 6. Sistema de comunicação e controle dos Robôs de Entretenimento

Inicialmente o sistema de comunicação dos robôs de entretenimento não era tão diferente dos robôs industriais, isso quer dizer que cada fabricante tinha o seu próprio protocolo de comunicação, software e todas as particularidades de cada fabricante, porem houve a necessidade de se criar um protocolo de comunicação standard para que houvesse comunicação entre fabricantes de robôs e fabricantes específicos de consoles. O que existia era uma obrigatoriedade de obter a console da mesa empresa do robô, fazendo isso um tipo de monopólio da indústria de entretenimento, o cliente final foi a principal vítima e uma interface padrão estava começando a ser muito desejada sobre essas circunstâncias.

O Instituto de Teatro e Tecnologia dos Estados Unidos (USITT) foi o primeiro a desenvolver o protocolo DMX 512 em 1986, com uma interface padrão entre os dimmers e consoles. Desde a primeira padronização, algumas melhorias foram feitas em 1990 para sanar alguns problemas e que ficou conhecido como padrão USITT DMX 512(1990), outras modificações foram discutidas em 1998.

Inicialmente esse protocolo foi desenvolvido para controlar apenas dimmers, mas verificou-se que seria interessante melhorar tal protocolo para ser usado para o controle dos robôs de entretenimento.



Fi.37.Logo da United States Institute For Theatre Technology

Temos como dado histórico da empresa Israelense Compulite ser a primeira a fabricar uma console com microprocessador, além de levar o título de ser a primeira a fabricar um console que utiliza o protocolo DMX 512 isso em 1990,tendo como modelo a console (Animator).



Fig.38. Compulite MC-100, primeira console a usar microprocessador ,1978

Fonte: <http://www.compulite.com/stagelight/index.html>



Fig.39. Compulite Animator, primeira console a utilizar o protocolo DMX 512, 1990

Fonte: <http://www.compulite.com/stagelight/index.html>

O protocolo DMX 512 tem suas características elétricas idênticas ao protocolo RS 485 que é um protocolo de comunicação muito usado dentro da indústria no controle e em sistemas supervisorios de CLP e maquinas. Temos como características do protocolo DMX 512 a seguintes:

- É um protocolo de comunicação serial, os dados são enviados em pacotes que se repetem continuamente. O início de cada pacote é determinado por bits de inicialização, em seqüência são enviados os dados correspondentes a cada canal, começando do canal um e terminado no canal 512.
- Representam se os bits DMX 512, através de um sinal digital alto (HI) e um sinal digital baixo (LO), transmitido na saída de forma elétrica, a uma taxa de 250Khz
- O pacote é composto pelo seguinte conjunto de sinais, mostrado abaixo

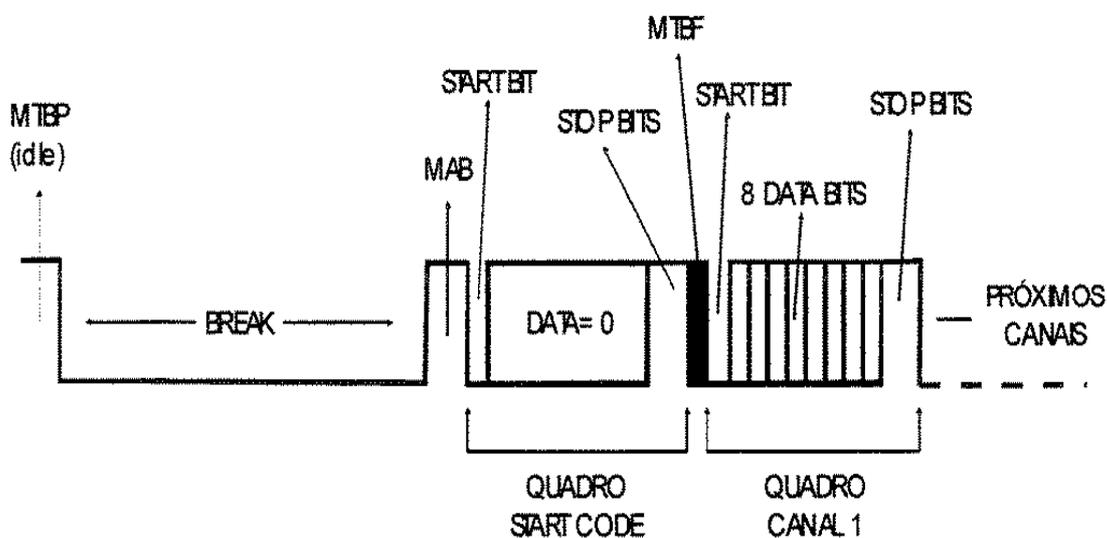


Fig.40.Composição do sinal DMX 512, Fonte: Cadena,Richard -Automated Lighting, Second edition 2ªed;focall press 2010

- O protocolo DMX 512 pode controlar até 32 robôs diferentes sem que haja um repetidor entre cada um. Caso exista um número maior de robôs utilizamos um splitter ou repetidor de sinal.
- Deve-se colocar um resistor terminador na saída do último robô para que o sinal não reflita de volta a linha de transmissão, causando interferência.

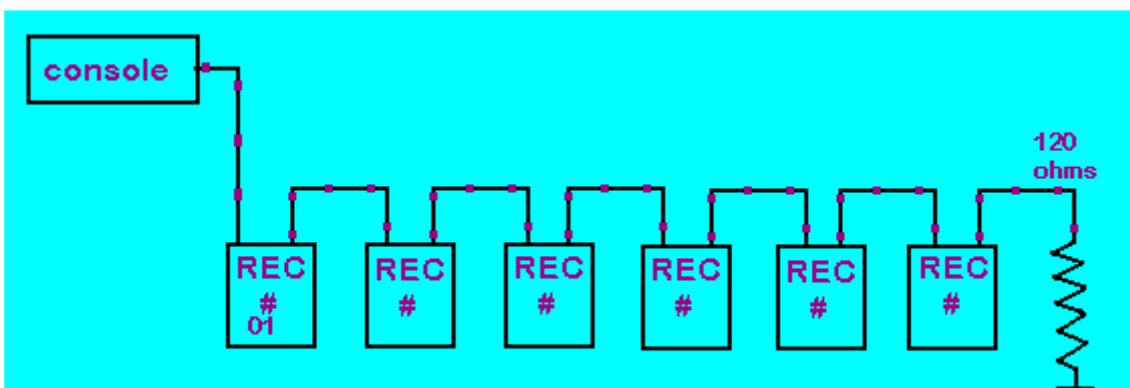


Fig.41. Sistema DMX 512 utilizando terminação no último robô

Fonte: <http://www.dmx512-online.com/physl.html>

Hoje existem inúmeras empresas fabricando consoles para controle de robôs de entretenimento. A empresa Inglesa Strand Lighting surgiu em 1914 é uma das mais antigas na área de entretenimento, grande fabricante de consoles e dimmers, as figuras abaixo mostram alguns modelos de consoles para robôs.



Fig. 42. Console Light Palette, 1990, Empresa Strand Lighting

Fonte: <http://www.strandarchive.co.uk/control/memory/lightpalette90/lp90.html>



(a)

(b)

Fig.43.(a) Console 530i,1996, (b) Console Light Palette VL,2010

Fonte: [www.strandlighting.com](http://www.strandlighting.com)

(a)



(b)

Fig.45. (a) Console Avolites Perola 2010, (b) Simulador de controle de robôs

Fonte: [www.avolites.com/products/pearl-sim.htm](http://www.avolites.com/products/pearl-sim.htm)

(a)



(b)

Fig.46.(a)Console Element 2009 ,(b) Console Ion 2009

Fonte: [www.etconnect.com](http://www.etconnect.com)

## 7. As vantagens e Desvantagens dos Robôs de Entretenimento

Temos como grande vantagem o uso de robô de entretenimento em grandes eventos onde se fosse usado apenas equipamentos convencionais teríamos grandes problemas na montagem e operação do evento. Pois para criar todos efeitos necessários teríamos que usar três vezes mais equipamentos convencionais que usaríamos com os robôs além do tempo de montagem e do desperdício de consumo de energia elétrica pois os equipamentos convencionais não são eficientes energeticamente. Quanto as desvantagens temos que citar que existe a necessidade de mão de obra específica para a montagem de todo o sistema bem como a necessidade de cumprir normas técnicas para o bom funcionamento de todo o sistema automatizado. Não deveríamos colocar essa situação como desvantagem mas sim como uma vantagem porem para muitos donos de produtoras de eventos isso gera um custo alto para o seu evento e assim repassando para os ingressos. Mas isso já esta sendo revertido pois os próprios donos das produtoras perceberam que a automatização trouxe mais rapidez nas montagens e também a possibilidade de ver como será o evento antes que aconteça utilizando softwares simuladores onde os robôs estão executando todas as tarefas que serão necessárias para o evento sair perfeito.

Sobre a ótica comercial, temos um grande problema com a entrada de muitos robôs fabricados na china, sendo que aqui eles chegam com preços muito mais convidativos para a compra do que os de empresas tradicionais. Isso fez surgir vários importadores desse tipo de equipamento, porem sem a menor preocupação com o pós venda, fazendo com que tenhamos um produto que de inicio é interessante comprar porem ao ter algum problema técnico não temos suporte nenhum. Fazendo surgir também uma enorme mão de obra em manutenção desses produtos, mas todos sem informações necessárias para a manutenção dos robôs, pois não existe esquema eletrônico e também não temos como encontrar circuitos impressos dedicados em nosso mercado. Bem assim estamos com um grande nível de automatização e também com um grande problema de robôs que há menor pane já temos que deixar de usá-lo. Além das copias dos robôs da grandes empresas não respeitando as patentes, irei mostrar alguns modelos fabricados pelas empresas chinesas.

Os fabricantes chineses apenas mudam os canais de atributos para não deixar tão explícito a cópia das empresas conceituadas, como podemos ver nessas várias imagens como são idênticos. Além dos robôs os chineses estão também copiando os controladores, softwares e muitos outros equipamentos de entretenimento.



Fig.47.(a) Moving head spot PLS 250,(b) Moving head spot GLOW 575, (c) Moving head wash EXELL PRO 575; Fonte: <http://www.eloiluminacao.com.br>

Consoles de controle dos robôs fabricados por empresas chinesas:

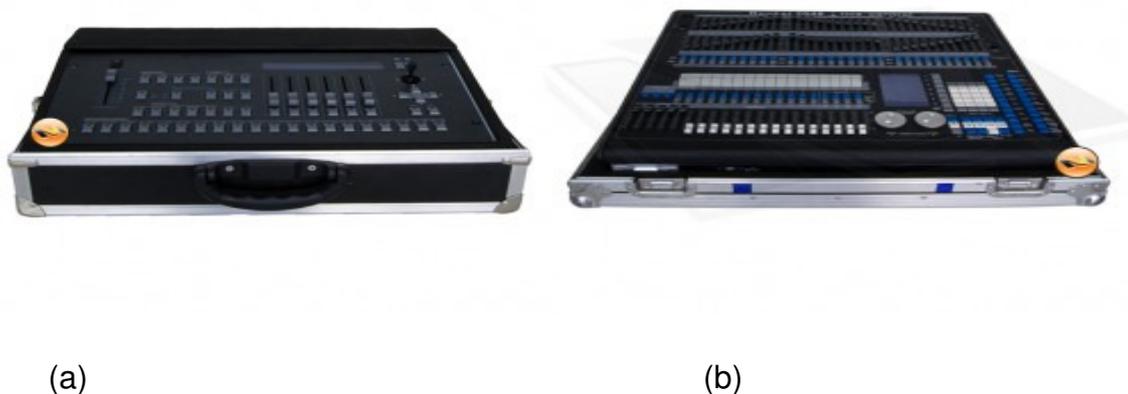


Fig.48.(a) Console PLT 2000, (b) Console Rocket 2008.

Fonte: [www.maxivolt.com.br](http://www.maxivolt.com.br)

## 8. Indústria Nacional de Equipamentos de Entretenimento

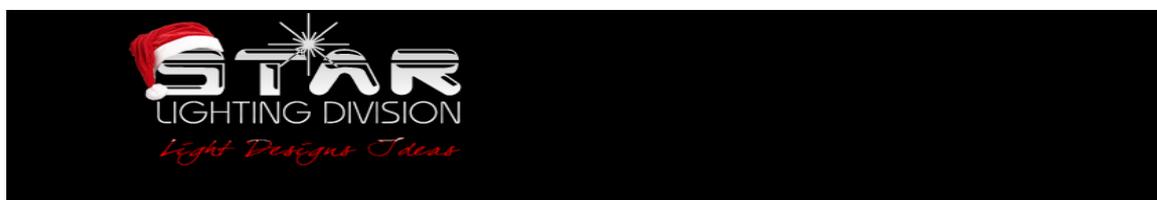
Temos uma tímida indústria nacional, porém ainda na década de 90 foi onde houve alguma expectativa de termos o desenvolvimento dos nossos robôs de entretenimento, não é fácil falar a respeito desse capítulo pois não existe bibliografia sobre tal assunto mas eu presenciei trabalhando na área de entretenimento toda essa tentativa de produzir esses robôs. Naquela época não era fácil importar os equipamentos além de ser muito caros pois tínhamos uma moeda nacional desvalorizada, isso fez com que muitos empresários fossem para fora do país e trazendo em baixo do braço alguns produtos para tentar copiar por aqui. Posso sim citar algumas empresas que tive contato com seus equipamentos e até mesmo fiz manutenção mas a maioria não agüentou ficar fabricando só esse tipo de produto, pois não tínhamos a tecnologia necessária para fazermos algo de qualidade, tudo era difícil e aí como sempre fazíamos as adaptações e nem sempre fica como esperávamos mas não tínhamos como ter os robôs de ponta então fazíamos tudo com o que tínhamos e diga de se passagem foi assim que muitos profissionais se destacaram mais tarde quando começaram a surgir os robôs importados, pois se éramos capazes de criarmos todos aqueles efeitos com o nosso nacional o que diria com os “first class”.

Temos a Star Lighting Division com sede em Campinas, SP que foi inaugurada em 1989 e iniciou sua produção de scans robotizados sendo a pioneira em todo o país, e até hoje continua produzindo e modernizando seus robôs de entretenimento. Outra empresa nacional é a Movec Sistemas de iluminação (Move Color) que foi criada em 1995 e ainda está em atividade, então vemos que esse tipo de produto está concentrado em São Paulo. Mas de fato o que aconteceu foi que essas empresas nacionais optaram em não gastar tanto dinheiro com desenvolvimento logo após a abertura de importação e da grande valorização da moeda nacional, fazendo com que elas mesmas começassem a importar produtos e claro como quase todo empresário importar produto barato da China e vender com um algo lucro. Isso é o que acontece hoje com a indústria nacional, vejo um grande mercado para esse tipo de desenvolvimento de produto para entretenimento, cada vez mais cresce as casas de espetáculos, bares temáticos,

parques temáticos, além de podermos utilizarmos esses produtos em áreas comerciais e residenciais.



Fig.49. Pagina principal do site da empresa Move Color, Fonte:  
<http://www.movec.com.br/>



(a)



(b)

Fig.50.(a)Pagina inicial do site da empresa Star ,(b) Robô desenvolvido pela empresa Star; Fonte: <http://www.star.ind.br/star.html>

## 9. O Futuro dos Equipamentos de Entretenimento

O que temos de novidades na área dos equipamentos de entretenimento são os robôs com led sendo a fonte emissora de luz e os moving head sendo utilizado para projeção de imagens e os sistemas de controle wifi alem dos softwares 3D feitos para programar os robôs e visualizar todo o workspace onde será realizado fazendo deste sistema um software supervisorio de tudo o que vai acontecer no dia do evento ou ate mesmo antes. Lembrando ainda que os fabricantes chineses também estão nessa corrida, cada vez mais eles estão aprendendo a fazer os produtos nos quais eram apenas usados como mão de obra barata.

Moving head led:

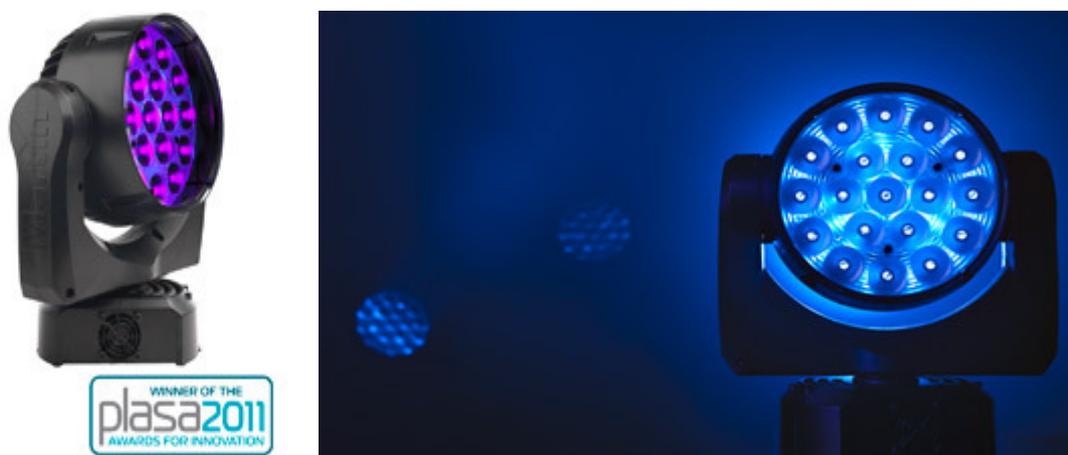


Fig.51. Moving head wash led, modelo Macaure

Fonte: <http://www.martin.com/product/product.asp?product=macaure>



Fig.52. Moving head spot led, modelo Mac350 entour

Fonte: <http://www.martin.com/product/product.asp?product=mac350entour>

Digital lighting:

Consiste um moving head porem ao invés de se ter uma lâmpada pra projetar apenas figuras dos gobos e cores, esse equipamento projeta imagens vinda de um media server, alem de ter a função de câmera com infravermelho, e que se tem mais avançado hoje no mercado de entretenimento.



Fig.53.DL.3 Digital light

Fonte: [http://www.highend.com/news\\_events/news/news\\_detail.asp?news\\_id=482](http://www.highend.com/news_events/news/news_detail.asp?news_id=482)



Fig.54.Midia Tracker, equipamento fabricado pela industria nacional.

Fonte: <http://www.movec.com.br/>

### Softwares Supervisórios:

O Vectorworks é uma ferramenta CAD consagrada mundialmente na área de arquitetura e chega até nós na sua mais nova versão 2011 com a expansão Spotlight, que é desenhada especificamente para o ramo de entretenimento e eventos.

O programa realiza projetos de uma forma profissional e permite a integração das diversas equipes envolvidas no processo de desenvolvimento de um projeto, utilizando a tecnologia IBM, otimizando o tempo de projeto e reduzindo a possibilidade de erros. Ainda possui base de dados e planilhas totalmente integrados, para levantamentos de diferentes informações a partir do desenho, desde os materiais necessários para a obra até os materiais utilizados no palco para as apresentações. Além disso, é capaz de gerar apresentações extremamente realísticas com o novo Renderworks, que utiliza o mesmo motor de renderização de outro programa bem conhecido por aqui, o Cinema 4D.

Já o ESP Vision possibilita a visualização do projeto feito no Vectorworks Spotlight 2011 conectado aos consoles DMX de peso, como a ETC, Whole Hog, Grand MA, Avolites ou ainda através de conexões Art-Net.



Fig.55.Render de um projeto feito no software VectorWorks com o plugin ESP Vison

Fonte: <http://www.vectorworks.net/gallery/index.php?cat=entertainment>

Software wysiwyg já tem mais de 15 anos no mercado de entretenimento, sendo muito usado nos Estados Unidos e Europa.



Fig.56.Render de projetos feitos com o software Wysiwg

Fonte: <http://www.cast-soft.com/cast/products/meetwysiwg.php>

Software Sunlite do grupo Nicolaudie foi a primeira empresa a fabricar um controlador informatizado utilizando uma interface USB-DMX512.

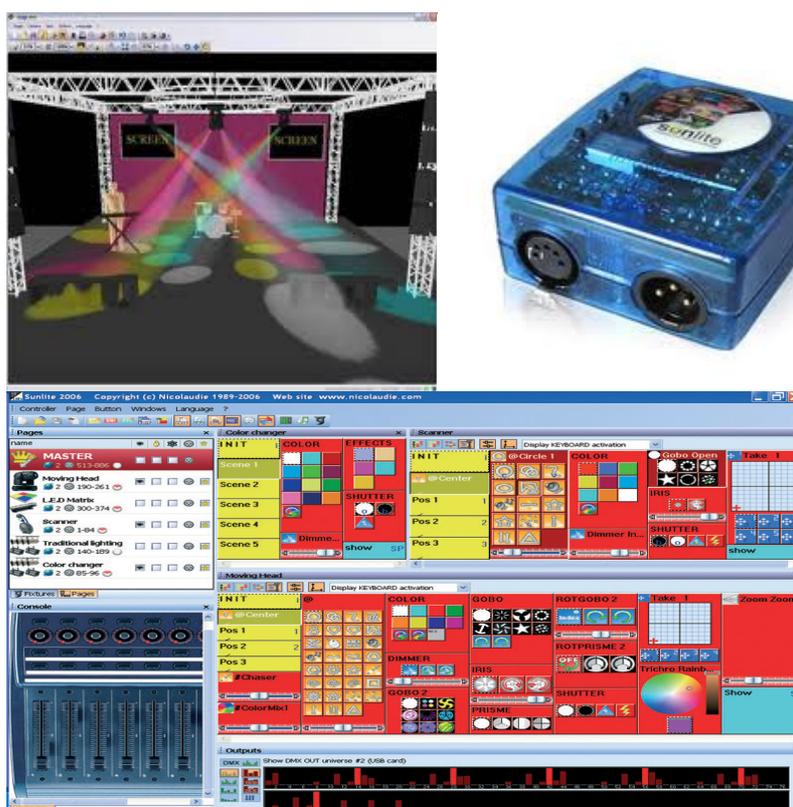


Fig.57.Projeto de iluminação feito com Sunlite e sua interface USB-DMX 512

Fonte: <http://www.nicolaudie.com/>



## 10. Conclusão

Tendo vinte anos de profissão na área de entretenimento passei por quase todas essas fases nas quais foram relatadas nos capítulos acima, estou tendo uma grande experiência em tentar escrever algo de que faço parte ainda hoje. Consigo concluir que toda e qualquer mudança que haja em nosso meio de trabalho é algo que trás sempre muita ansiedade e medo por causa do novo, nem sempre estamos prontos para receber algo novo, porem é inevitável tentar atrasar a chegada da automatização, pois é esse tipo de atitude que dificulta ainda mais o convívio da automatização com o ser humano. Vejo ainda em muitas empresas que lutam contra a chegada da automatização dos processos porem ficam ainda mais confusos na hora de executar o processo pois existe uma mistura de sistema analógico com sistema automatizado. Sem falar das diferenças internas dos profissionais da área onde alguns nasceram no sistema analógico e não querem de jeito nenhum a mudança e de outros que nasceram já no sistema automatizado e não tem a base do conhecimento do processo que foi criado pelo analógico e muitas vezes eles extrapolam com seus robôs. Também posso chegar a uma conclusão em relação as industrias nacionais das quais já trabalhei e percebi que ele não tem interesse em desenvolver um produto de qualidade nacional, pois a importação dos produtos principalmente chineses é tão fácil e o lucro é tão grande que nem tem idéia do mal que estão fazendo para país, pois sem termos a tecnologia aplicada a esses tipos de equipamentos ficaremos sempre presos ao mercado comercial. Podemos usar toda essa tecnologia da área de entretenimento para uso comercial e residencial e já estão sendo usada assim criando um outro termo chamado “DOMÓTICA” outro tipo de automação interessante de ser conhecida e porque não desenvolver trabalhos de iniciação científica dentro da na nossa faculdade e também desenvolver algum projeto físico desse tipo de automação, espero que possa continuar meus estudos e estar junto de pessoas que tenham o interesse de fazer esses projetos. Vamos aproveitar a tecnologia para criarmos um mundo mais interessante e justo pois não existe mais a necessidade de ter um homem fazendo trabalho pesado e assim esse homem utilizar muito mais o seu cérebro e o dom que Deus da para cada um.

## Referências Bibliográficas

### Referências impressas:

ALBUQUERQUE, P.U. B., ALEXANDRIA, A. R. *Redes industriais: aplicações em sistemas digitais de controle distribuído*. 2ª Ed. Edições Livro Técnico, 2008.

ALMEIDA, de Ribeiro Betânia; Burgo, Valdeckson; Apostila da Escola Politécnica de Pernambuco 2007

CADENA, richard - *Automated Lighting*, Edition 1ª ed; Focall Press 2006

CADENA, richard - *Automated Lighting*, Second Edition 2ª ed; Focall Press 2010

FRANCHI, Claiton Moro. *Acionamentos Elétricos*, 3ª Ed. São Paulo: Érica, 2007.

JUNIOR, Menezes Ferreira Luiz. *Controle Automatizado para Scanners de Luz*, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, 2004.

MENDOZA, Edgardo Yesca. *Diseño e Implementacion de um Sistema de Control para Iluminacion de Espetaculos*. Universidade Tecnológica de La Mixteca, 2009

PIEIDADE. B Milton; Dias, Jamil; Prenafeta, Ten Beato, *Iluminação Cênica Fragmentos da Historia*. Edições Abric. São Paulo 2005

PEREIRA, Fabio. *Microcontroladores PIC: programação em C*. 7. Ed. São Paulo: Érica, 2007

RINALDI, Mauricio. *Diseño de iluminación teatral*, 1ª Ed-Buenos Aires: Dunken, 2006

ROSARIO, João M. *Princípios de Mecatrônica*, 1ª Ed. São Paulo: Pearson, 2005.

SILVA, Sidnei D.; *CNC – Programação de Comandos Numéricos Computadorizados*, 5ª ed.; São Paulo: Érica, 2006.

TORMANN, Jamile. *Caderno de Iluminação: arte e ciência*, Editora Musica e Tecnologia Ltda. 2006

**Referências eletrônicas:**

Artigos sobre DMX 512. Ujjal Kar Disponível em.

[<http://www.dmx512-online.com/>](http://www.dmx512-online.com/)Acessado em Out.2011

Instituto Organizador de Normas.Disponível em.

[<http://www.usitt.org/Resources/Standards2/DMX512>](http://www.usitt.org/Resources/Standards2/DMX512)Acessado em Set 2011

Fundação de Artes e Ofícios. Frédéric Champlon.Disponível em.

[<http://patrimoine.gadz.org/gadz/lavet.htm>](http://patrimoine.gadz.org/gadz/lavet.htm)Acessado em Julho 2011

Fabricante de sensores.Disponível em.

[<http://www.sick.com.br/br/produtos/sensoresindustriales>](http://www.sick.com.br/br/produtos/sensoresindustriales)Acessado em Set 2011

Universidade Caxias do Sul.Disponível em.

[<http://www.ucs.br/site>](http://www.ucs.br/site)Acessado em Maio de 2011

Pesquisa e Desenvolvimento em automação.Antonio Rogerio Messias.Disponível.

[<http://www.rogercom.com>](http://www.rogercom.com)Acessado em Maio de 2011

Artigos de automação e robótica. Engenheiro Augusto.Disponível em.

[<http://engmecatonico.blogspot.com/2010/10/introducao-ao-microcontroladores.html>](http://engmecatonico.blogspot.com/2010/10/introducao-ao-microcontroladores.html) Acessado em Junho 2011

Artigos sobre linguagem de programação. Carlos E. Morimoto.Disponível em.

<http://www.hardware.com.br/artigos/linguagens-programacao/>

Departamento de Engenharia Mecânica,Universidade Coimbra.J Norberto Pires

Disponível.<<http://robotics.dem.uc.pt/norberto/nova/pdfs/gregosxxi.pdf>> Acessado em Out 2011

Universidade Estadual Paulista .Marcelo N. Franchin.Disponível em

[<http://www.dee.feb.unesp.br/~marcelo/robotica>](http://www.dee.feb.unesp.br/~marcelo/robotica)Acessado Nov de 2011

Empresa Fabricante de Controladores de robôs de entretenimento.Disponível em.

[<http://www.compulite.com/stagelight/index.html>](http://www.compulite.com/stagelight/index.html) Acessado em Abril 2011

Empresa Fabricante de Controladores de robôs de entretenimento.Disponível em.

[<http://www.strandarchive.co.uk/control/memory.html>](http://www.strandarchive.co.uk/control/memory.html) Acessado em Maio 2011

Empresa Representante de equipamentos de entretenimentos. Disponível em.

[<http:// www.maxivolt.com.br>](http://www.maxivolt.com.br)Acessado em Set 2011

Empresa Fabricante de Controladores de robôs de entretenimento.Disponível em.

<http://www.cast-soft.com> Acessado em Março de 2011

Laboratório de Iluminação.Valmir Perez.Disponível em

<http://www.iar.unicamp.br/lab/luz> Acessado em Nov de 2011

## **Termo de compromisso e responsabilidade**

Autenticidade e exclusividade sob as penas da Lei 9610/98

Autenticidade e exclusividade sob as penas da Lei 9610/98

Pelo presente, Lincoln Antonio de Araujo, sob as penas da lei, que o presente trabalho é inédito e original, desenvolvido especialmente para os fins educacionais a que se destina e que, sob nenhuma hipótese, fere o direito de autoria de outrem.

Para maior clareza, firmo o presente termo de originalidade.

Guarulhos, 25 de Novembro de 2011

Nome e assinatura

Lincoln Antonio de Araujo